

**Компонент ОПОП**

**Специальность:**

**26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики**  
наименование ОПОП

**Специализация:**

**Эксплуатация электрооборудования и средств автоматики объектов водного транспорта**

**Б1.В.08**

шифр дисциплины

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Дисциплины  
(модуля)**

**Основы судового электропривода**

---

Разработчик (и):

Капустин А.Н.  
ФИО

доцент  
должность

К.Т.Н.  
ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры

Электрооборудования судов  
наименование кафедры

протокол № 6 от 29.02.2024 г.

Заведующий кафедрой  
Электрооборудования судов



подпись

Власов А.Б.  
ФИО

Мурманск  
2024

### Пояснительная записка

Объем дисциплины 2 з.е.

**1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой**

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций <sup>i</sup>	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p>ПК-7 Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт электрооборудования и средств автоматизации судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями</p>	<p>ПК-7.1. Умеет осуществлять безопасное техническое использование электрооборудования и средств автоматизации судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями; ПК-7.2. Умеет осуществлять безопасное техническое обслуживание электрооборудования и средств автоматизации судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями; ПК-7.3. Умеет осуществлять безопасное диагностирование и ремонт электрооборудования и средств автоматизации судовых палубных механизмов и грузоподъемных устройств в соответствии с международными и национальными требованиями;</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования Международной конвенции и Кодекса ПНДВ-78/95 к подготовке судовых инженеров – электромехаников в части судового электропривода,</li> <li>- принципы действия, конструкции, рабочие характеристики, области применения и потенциальные возможности электромагнитных устройств, электрических машин, электронных устройств и современных средств измерения электрических и неэлектрических физических величин электрическими методами; условно - графическое и изображение элементов электроприводов;</li> <li>- функциональные свойства электроприводов и их основные параметры, принцип действия, основные конструктивные и эксплуатационные характеристики, области применения.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-грамотно эксплуатировать судовые электроприводы, анализировать возможные неисправности в их работе и умение их исправлять, классифицировать электрические аппараты; грамотно эксплуатировать электрические аппараты, выполнять расчёты электрических и магнитных цепей</li> <li>- правильно включать электротехнические аппараты и машины с электроприводами, управлять режимами их работы и обеспечивать их эффективную и безаварийную работу;</li> <li>-обоснованно и рационально выбирать электротехническое оборудование; анализировать результаты изме-</li> </ul>
<p>ПК-9 Способен устанавливать причины отказов судового и берегового электрооборудования и средств автоматизации, определять и осуществлять ме-</p>	<p>ПК-9.1. Умеет устанавливать и определять причины отказов судового и берегового электрооборудования и средств автоматизации; ПК-9.2. Владеет методами определять причины отказов судового и берегового электрооборудования и средств автоматизации; ПК-9.3. Умеет осуществлять</p>	<p>грамотно эксплуатировать электрические аппараты, выполнять расчёты электрических и магнитных цепей</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно включать электротехнические аппараты и машины с электроприводами, управлять режимами их работы и обеспечивать их эффективную и безаварийную работу;</li> <li>-обоснованно и рационально выбирать электротехническое оборудование; анализировать результаты изме-</li> </ul>

<p>роприятия по их предотвращению</p>	<p>мероприятия для предотвращения причины отказов судового и берегового электрооборудования и средств автоматизации;</p>	<p>рений рабочих параметров электрооборудования и на этом основании делать правильные выводы и выполнять практические действия по корректировке режимов работы и дальнейшей эксплуатации; составлять техническую документацию, необходимую для профессиональной деятельности, и проверять правильность ее оформления</p> <p>Владеть: методами сборки и чтения электрических схем, выбора средств измерения, правильной их эксплуатации и эффективного применения; практическими навыками подготовки к работе, включения, изменения режимов работы, контроля в процессе работы, остановки и вывода из действия электрооборудования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками постановки и формулировки целей, выбора путей их достижения с использованием современных технологий; опытом подключения, настройки и ремонта электрических аппаратов;</li> <li>- опытом работы с действующими федеральными законами, нормативными и техническими документами, необходимыми для осуществления профессиональной деятельности;</li> </ul>
---------------------------------------	--	---

## 2. Содержание дисциплины (модуля)

Назначение курса и его связь со смежными дисциплинами. Структура курса. Определение понятия «электропривод». Краткая история развития электрического привода. Основные тенденции в развитии современного электрического привода. Гармоничные сочетания механических характеристик электропривода и нагрузочных характеристик рабочих механизмов, требующие способности генерировать новые идеи, выявлять проблемы, связанные с реализацией профессиональных функций, формулировать задачи и намечать пути исследования. Способность и готовность к самостоятельному обучению в новых условиях производственной деятельности с умением установления приоритетов для достижения цели в разумное время. Аппаратура и схемы управления электрическим приводом. Контактные аппараты постоянного и переменного тока. Универсальные контакторы и контакторы с выдержкой времени (таймтакторы). Реле. Конструктивные особенности реле и их использование в приводах. Пускорегулирующая аппаратура. Пусковые и пускорегулирующие реостаты, их конструкция и методы их выбора по каталогу. Контроллеры и ко-

мандоконтроллеры. Командоаппараты. Тормозные электромагниты и толкатели. Изображения и обозначения элементов схем управления электроприводами по ГОСТу. Принципы автоматического управления пуском электродвигателей. Типовые схемы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Микропроцессорные системы управления электроприводами. Понятия о программируемых контроллерах. Вопросы выбора и эксплуатации электрической аппаратуры и схем управления электроприводов с точки зрения обеспечения безопасности мореплавания. Знание требований по безопасности для работы с судовыми электрическими системами, включая безопасное включение электрического оборудования, требуемое для выдачи персоналу разрешения на работу с таким оборудованием. Общие свойства и механика электрического привода. Управление движения электропривода. Силы и моменты, статические и динамические, движущие и сопротивления. Момент инерции и маховый момент. Способы определения величины махового момента. Приведение к одной оси статических моментов и моментов инерции. Приведение поступательного движения к вращательному и обратно. Анализ уравнения движения привода и его элементов. Общая характеристика установившихся и переходных режимов работы электропривода. Понятие об устойчивом равновесии системы. Механические характеристики электроприводов. Механические и электромеханические характеристики электрических двигателей. Естественные и искусственные механические характеристики. Понятие «жесткости» и «крутизны» характеристик производственных механизмов. Совместная механическая характеристика электродвигателя и производственного механизма. Критерии устойчивости установившихся режимов. Механические характеристики приводов с электродвигателями постоянного тока. Искусственные механические характеристики при изменении подводимого к двигателю напряжения, изменении магнитного потока и введении резисторов в цепь якоря. Пуск двигателя постоянного тока и расчет сопротивлений ступеней пускового реостата. Способы торможения электроприводов постоянного тока. Экономическое сравнение способов торможения. Обобщенное рассмотрение возможных режимов работы двигателей постоянного тока и их механических характеристик в различных режимах работы. Соотношение понятий «скорость» и «частота вращения», и применение этих понятий в электроприводе. Классификация различных способов регулирования скорости электропривода. Способы регулирования скорости электроприводов с двигателями постоянного тока изменением сопротивления в цепи якоря и магнитного потока. Получение «ползучих» скоростей. Особенности регулирования электроприводов с двигателями последовательного и смешанного возбуждения. Принципы импульсного регулирования. Механические характеристики электроприводов с асинхронными двигателями. Аналитические выражения механической характеристики. Влияние на вид механической характеристики асинхронного двигателя изменения подводимого напряжения, частоты и сопротивлений в цепях ротора – статора. Расчет сопротивлений ступеней пускового реостата. Различные способы торможения электроприводов с асинхронными двигателями. Оценка каждого способа с точки зрения преобразования энергии, эффективности и экономичности торможения и целесообразности его использования. Общие вопросы регулирования скорости электроприводов с асинхронными двигателями. Регулирование скорости изменением подводимого напряжения, включением резисторов в цепь статора и ротора, изменением частоты тока и переключением числа пар полюсов. Регулирование скорости с помощью дросселей, импульсный метод регулирования и регулирование скорости в каскадных схемах включения асинхронных двигателей. Экономическое сравнение различных способов регулирования скорости электроприводов с асинхронными двигателями. Механические характеристики в приводах с синхронными двигателями. Механическая и угловая характеристики синхронного двигателя. Способы пуска и регулирования скорости. Тормозные режимы работы синхронных двигателей их осуществление и сравнительная оценка. Электропривод системы генератор – двигатель. Разновидности привода. Схемы для расширения пределов регулирования скорости привода и получения механических характеристик типа «экскаваторной». Способы построения характеристик для различных систем генератор двигатель. Область применения электропривода. Вен-

тильный электропривод. Основные типы электроприводов и их сравнительная оценка. Вентильные преобразователи электрической энергии. Работы преобразователя частоты. Неуправляемого и управляемого вентильных преобразователей на электромашинную нагрузку. Внешние характеристики и режимы работы вентильных преобразователей. Способы реверсирования электропривода и работы его в рекуперативном режиме. Механические характеристики вентильных электроприводов, их построение и сравнительная оценка. Сравнительный анализ различных электроприводов с точки зрения вида регулировочных характеристик, плавности и диапазоне регулирования, допустимых нагрузок и экономических показателей. Вопросы пожарной безопасности при эксплуатации электроприводов в пусковых и регулировочных режимах. Умение осуществлять техническое обслуживание и ремонт оборудования электрических систем, распределительных щитов, электромоторов, генераторов переменного и постоянного тока. Умение обнаруживать неисправности в электросетях судовых электроприводов, устанавливать места неисправностей и принимать меры по предотвращению повреждений. Переходные процессы в электроприводах. Общая характеристика и сущность переходных процессов в электроприводе. Необходимость исследования переходных процессов для проектирования, настройки и эксплуатации электроприводов. Виды инерции. Методы исследования переходных процессов. Линейные и нелинейные системы. Механические переходные процессы. Особенности рассмотрения механических переходных процессов. Условия и допущения, при которых ведется исследование. Продолжительность переходного процесса и характер изменения скорости, тока и момента при пуске электроприводов. Электромеханическая постоянная времени и ее физический смысл. Переходные процессы при торможении электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока. Продолжительность и характер протекания механического переходного процесса при сложном законе изменения избыточного момента. Графические и графоаналитические методы исследования переходных процессов. Особенности исследования переходных процессов в электроприводах с двигателями последовательного и смешанного возбуждения. Электромеханические переходные процессы. Электромагнитная постоянная времени и ее связь с основными расчетными и конструктивными параметрами электрических машин. Исследование переходных процессов с учетом электромагнитной инерции цепи якоря. Переходные процессы в цепях возбуждения электрических машин. Форсирование переходных процессов. Переходные процессы в сложных системах электропривода. Особенности расчета переходных процессов в вентильном электроприводе. Понятие о физическом и математическом моделировании работы электроприводов. Энергетика переходных процессов. Расход и потери энергии при пуске электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока. Потери энергии в тормозных режимах электроприводов. Способы уменьшения потерь энергии в переходных процессах. Выбор электрических двигателей для приводов. Общие сведения по проектированию электроприводов. Этапы проектирования. Надежность и экономичность проектируемого электропривода. Особенности проектирования электроприводов для судов. Нагрузка диаграммы. Классификация нагрузочных диаграмм и методы их построения. Режимы работы двигателей электроприводов. Нагрев электродвигателей. Значение нагрева при выборе электрических машин. Номинальные режимы работы двигателей. Нагрев и охлаждение в этих режимах. Постоянная времени нагрева и охлаждения. Влияние нагрева на срок службы изоляции электрических машин. Определение мощности и выбор двигателя. Определение мощности двигателей методом средних потерь. Метод среднеквадратичных значений тока, момента и мощности. Применение формул среднеквадратичных величин в практических расчетах. Пересчет мощности двигателя на температуру окружающей среды, отличную от стандартной. Выбор двигателей и способы их проверок. Вопросы эксплуатации двигателей в электроприводах. Новейшие достижения и тенденции в развитии электроприводов. Новинки литературы по курсу. Рекомендации учащимся по совершенствованию знаний в их будущей практической деятельности.

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению практических, самостоятельных, контрольных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

Капустин А.Н. «Судовые и промышленные электроприводы и оборудование» Сборник методических указаний к выполнению курсовых проектов и работ, РГЗ, лабораторных и самостоятельных работ. Мурманск: Изд-во МГТУ. 2019. Электронный вариант.

В состав сборника входят следующие методические указания, относящиеся к дисциплине «Основы судового электропривода»:

- 1.1. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Тиристорный электропривод".
- 1.2. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине « Судовые автоматизированные электроприводы » .
- 1.3. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине « Теория электропривода » (Основы электропривода).
- 1.4. Методические указания к выполнению курсовых проектов по дисциплине «Судовой Автоматизированный Электропривод».
- 1.5. Методические указания к выполнению курсовых проектов по дисциплине «Тиристорные ЭП ».
- 1.6. Методические указания к выполнению РГЗ для студентов направления 15.03.04.«Автоматизация технологических процессов и производств».
- 1.7. Методические рекомендации по самостоятельной работе курсантов(студентов) по дисциплине « Теория электропривода » .
- 1.8. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине: «Судовые электроприводы»
- 1.9. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине « Теория электропривода».
- 1.10. Методические указания к практическим занятиям по курсу: «Судовой автоматизированный электропривод».

### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

**5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы** (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

#### **Основная литература**

1. Капустин А.Н. Власов А.Б. Судовые электроприводы. Часть 1. Основы судового электропривода. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2018.-244с.
2. Капустин А.Н. Судовые и промышленные электроприводы и оборудование». Сборник методических указаний к выполнению курсовых проектов и работ, РГЗ, лабораторных и самостоятельных работ. Мурманск: Изд-во МГТУ. 2019. Электронный вариант.
3. Судовые электроприводы: Справочник. В 2 т. /А.П.Богославский. Е.М. Певзнер, И.Р. Фрейдзон, А.Г. Яуре. – Л.: Судостроение, 1993.
4. Быховский Б.И., Шеинцев Е.А. Электроприводы ваерных и траловых лебедек. – М.: Лег. и пищ. пром-сть. 1981. – 208 с.
5. Бабаев А.М., Ягодкин В.Я. Автоматизированные судовые электроприводы. М. Транспорт, 1986 -448 с.
6. Фесенко В.И. Автоматизированные судовые электроприводы.-М.:1983.-376 с.
7. Чекунов К.А.. Теория судового электропривода, Л.: Судостроение, 1982.
8. Model Course 3.04: Survey of Electrical Installations. Model course developed under the IMO-IACS Programme [Электронный ресурс] / IMO. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 3,95 Мб). - London : IMO, 2004. - Загл. с титул. экрана. - Доступ к файлу в ауд. 227 В. - ISBN 978-82-801-0036-5. Модельный курс 3.04: Обзор электроустановок. Модельный курс, разработанный в рамках программы ИМО-МАКО
9. Model Course 7.08: Electro-technical Officer [Электронный ресурс] / IMO. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 4,21 Мб). - London : IMO, 2014. - Загл. с титул. экрана. - Доступ к файлу в ауд. 227 В. - ISBN 978-82-801-1580-2. Модельный курс 7.08: Электротехнический сотрудник

#### **Дополнительная литература**

10. Комплектные тиристорные электроприводы: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 319 с.
11. Москаленко В.В. Автоматизированный электропривод: учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат; 1986. – 416 с.
12. Чиликин М.Г., Ключев В.И., Сандлер А.С. Теория автоматизированного электропривода: Учебное пособие для вузов. – М.: Энергия, 1979. – 616 с.
13. Сиверс П.Л. Судовые электроприводы. –М.: Транспорт, 1975.
14. Правила технической эксплуатации судового электрооборудования. – Л.: Гипрорыбфлот, 1987.
15. Васильев В.Н. Карауш Н.Я. Эксплуатация судового электропривода. –М.: Транспорт, 1985.

#### **Справочные системы**

[Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань"](http://e.lanbook.com)

<http://e.lanbook.com>

[Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн"](http://biblioclub.ru)

<http://biblioclub.ru>

[Электронная библиотечная система "Консультант студента"](http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976518940.html)

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976518940.html>

[Электронно-библиотечная система "БиблиоРоссика"](http://www.bibliorossica.com)

<http://www.bibliorossica.com>

[Электронно-библиотечная система "ibooks.ru"](http://ibooks.ru)

<http://ibooks.ru>

**7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Программные продукты Microsoft (подписка на образовательные лицензии, сетевые версии), участие в академической программе Microsoft Azure Dev Tools for Teaching (с февраля 2019 г., ранее Microsoft Imagine, ранее Microsoft DreamSpark, ранее Microsoft MSDN Academic Alliance). Подписки действительны по 10.12.2019 (счет-фактура №IM22116 от 12.11.2018, счет №9552401799 от 10.12.2018);
2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор №32/224 от 14.07.2009);
3. MathWorks MATLAB 2010 (сетевая версия) License Number 619865 от 11.12.2009 (договор №32/356 от 10.12.2009);
4. PascalABC.NET версия 2.2, сборка 903 (23.04.2015) бесплатная некоммерческая лицензия;
5. Lazarus 1.2.6, версия FPC 2.6.4, ревизия SVN 46529, Лицензия: GNU GPL v.2.0/GNU LGPL v. 2.1;
6. Scilab-5.5.2 GNU General Public License (GPL) v.2.0;
7. КОМПАС-3D LT V12, бесплатная некоммерческая версия.

**8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ**

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)** представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;

**10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности**

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения											
	Очная				Очно-заочная				Заочная			
	Семестр/Курс			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс			Всего часов
	6/3	-	-						7/4	-	-	
Лекции	10	-	-	10					8			8
Практические работы	12	-	-	12					4			4

Лабораторные работы	14			14						4			4
Курсовая работа	-	-	-	-						-	-	-	-
Самостоятельная работа	36	-	-	36						52			52
Подготовка к промежуточной аттестации										4	-	-	4
Всего часов по дисциплине	72	-	-	-						72	-	-	72

#### Формы промежуточной аттестации и текущего контроля

Семестр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Экзамен												
Зачет/зачет с оценкой					+							
Курсовая работа (проект)												
Количество расчетно-графических работ					1							
Количество контрольных работ												
Количество рефератов												
Количество эссе												

#### Перечень лабораторных работ

№ п\п	Темы лабораторных работ
1	2
1.	Вводная работа. Знакомство с элементами релейно-контакторных схем управления электроприводами. Реле, контакторы, АВ, сельсины
2.	Типовые узлы релейно-контакторных схем управления электроприводами.
3.	Регулирование частоты двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением .
4.	Контроллерная система управления двухскоростным двигателем серии МАП .
5.	Судовые автоматизированные электроприводы

### Перечень практических работ

№ п\п	Наименование практических работ
1	2
1.	Правила ТБ в лабораториях кафедры. Назначение и функции электропривода(ЭП).Общая структура ЭП. Групповой, индивидуальный, взаимосвязанный ЭП. Автоматизированный ЭП. Типовые узлы контактных и бесконтактных схем управления ЭП.
2.	Механика ЭП. Схемы механической части системы электродвигатель-рабочая машина. Силы и моменты, действующие в ЭП(активные и реактивные).Приведение моментов сопротивления, моментов инерции к валу двигателя. Основное уравнение движения ЭП.
3.	Электромеханические свойства и характеристики электродвигателей(ЭД) постоянного тока. Схемы включения их(параллельное, последовательное, смешанное). Естественные и искусственные механические х-ки. Тормозные режимы (рекуперативное торможение, противовключение, динамическое торможение).
4.	Электромеханические свойства и характеристики ЭД переменного тока. Естественные и искусственные х-ки асинхронных ЭД. Тормозные режимы асинхронных ЭД (рекуперативное торможение, противовключение, динамическое торможение)
5	. Основы выбора двигателей по мощности. Нагрузочные диаграммы ЭП.Классификация режимов работы двигателей по условиям нагрева (продолжительный, кратковременный, повторно- кратковременный).Выбор мощности ЭД для различных режимов работы, проверка их на нагрев и перегрузочную способность .
6	Регулирование координат ЭП. Основные показатели способов регулирования координат ЭП: точность, диапазон, плавность, экономичность
7	Регулируемый ЭП постоянного тока. Реостатное регулирование. Схемы выпрямления, Способы регулирования напряжения. Система генератор-двигатель.
8	Регулируемый ЭП переменного тока. Реостатное регулирование. Регулирование скорости асинхронного двигателя путем изменения числа пар полюсов. Импульсное регулирование, частотное регулирование
9	. Типовые узлы контактных и бесконтактных схем управления ЭП. Основные характеристики судовых ЭП: насосы, компрессоры, подъемно-транспортные установки(лифты, краны, лебедки и др.)
10	Расчет судовых электроприводов с частотным управлением

### Перечень примерных тем РГР

- 1.Расчет механических характеристик электропривода постоянного тока.
2. Расчет механических характеристик электропривода переменного тока.
- 3.Расчет мощности двигателей переменного тока.

---