

Компонент ОПОП
Специальность:
26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики
наименование ОПОП

Специализация:
Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики
Б1.О.20
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Судовая электроника и силовая преобразовательная техника

Разработчик (и):

Власов А.Б.
ФИО

профессор
должность

д.т.н., профессор.
ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры

электрооборудования судов
наименование кафедры

протокол № 9 от 30.05.2025 г.

Заведующий кафедрой

Электрооборудования судов

подпись

Пономаренко Д.А.
ФИО

Мурманск
2025

Пояснительная записка

Объем дисциплины 8 з.е.

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

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций ⁱ	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Соответствие Кодексу ПДНВ ¹
ОПК-2. Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, аналитические методы в профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Применяет фундаментальные математические, естественнонаучные и общетехнические знания в профессиональной деятельности ОПК-2.2. Применяет методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности ОПК-2.3. Использует естественнонаучные и общетехнические знания в профессиональной деятельности	Знать: - основные законы электротехники; - основные расчетные методы; - особенности применения законов и методов в линейных и нелинейных цепях постоянного и переменного синусоидального и несинусоидального тока Уметь: - разрабатывать схемы замещения электрических цепей на основе их принципиальных электрических схем; - создавать математические модели электрических цепей; - реализовывать простые алгоритмы имитационного моделирования; - производить расчет сопротивлений, токов и напряжений в электрических цепях в установившихся и переходных режимах;	Таблица АIII/6 Функция: Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации (Таблица АIII/6) Техническое обслуживание и ремонт на уровне эксплуатации.
ПК-2 Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт электрического и электронного оборудования в соответствии с международными и национальными требованиями	ПК-2.1. Умеет осуществлять безопасное техническое использование электрического и электронного оборудования в соответствии с международными и национальными требованиями; ПК-2.2. Умеет осуществлять безопасное техническое обслуживание, диагностирование и ремонт электрического и электронного оборудо-		Таблица АIII/6 Функция: Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации (Таблица АIII/6) Техническое обслуживание и ремонт на уровне эксплуатации.

	дования в соответствии с международными и национальными требованиями; ПК-2.3. Умеет осуществлять безопасное диагностирование и ремонт электрического и электронного оборудования в соответствии с международными и национальными требованиями; ПК-2.4. Способен осуществлять проверку и обслуживание систем и оборудования для обнаружения пожара и пожаротушения;	- планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере; - оценивать точность и достоверность результатов расчетов; Владеть: - навыками разработки схем замещения электрических цепей на основе их принципиальных электрических схем; - навыками работы с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами; - навыками создания математических моделей электрических цепей; - навыками работы с контрольно-измерительной и испытательной аппаратурой;	
ПК-9. Способен устанавливать причины отказов судового и берегового электрооборудования и средств автоматики, определять и осуществлять мероприятия по их предотвращению	ПК-9.1 Умеет устанавливать и определять причины отказов судового и берегового электрооборудования и средств автоматики; ПК-9.2 Владеет методами определять причины отказов судового и берегового электрооборудования и средств автоматики; ПК-9.3 Умеет осуществлять мероприятия по предотвращению причины отказов судового и берегового электрооборудования и средств автоматики;		Таблица АIII/6 Функция: Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации (Таблица АIII/6) Техническое обслуживание и ремонт на уровне эксплуатации.

2. Содержание дисциплины (модуля)

Модуль 1 Назначение дисциплины «Судовая электроника». Полупроводниковые приборы с одним Основы электропроводности, р-n переход, полупроводниковые диоды. р-n переходом. Транзисторы и тиристоры. Принцип действия, характеристики и параметры биполярных транзисторов. Принцип действия, характеристики и параметры полевых транзисторов. IJBT –транзисторы, тиристоры GTO, GCT и IGCT-тиристоры. Принцип действия, характеристики и параметры.
Модуль 2 Усилители. Виды усилителей. Классификация. Связи между каскадами, согласование каскадов. Обратные связи в усилителях. Усилители переменного тока. Усилители постоянного тока, Балансно-дифференциальные каскады, переключатели тока. Интегральная технология. Интегральные микросхемы. ИМС УПТ, операционные усилители. Основы микросхемотехники. Компараторы. Нуль-органы, безгистерезисные компараторы, регенераторные компараторы, схемы сравнения. Преобразователи сигналов. Формирователи и ограничители. Кусочно-линейные аппроксиматоры. Генераторы сигналов. Структура и схемотехника генераторных схем. Генераторы прямоугольных импульсов, одно и мультивибраторы. Генераторы пилообразного и линейно изменяющегося напряжения. Генераторы синусоидального напряжения. Условия возникновения генераторного режима
Модуль 3 Основы цифровой схемотехники. Основы булевой алгебры. Логические переменные и функции. Системы счисления применяемые в цифровой технике. Перевод из десятичной в двоичную форму записи чисел и наоборот. Реализация основных логических функций на практике. Переход от табличной формы записи логических функций к аналитической форме. Статические и динамические триггеры. Разновидности триггеров в интегральном исполнении RS, JK, D, DV, T, E-RS, R-RS, S-RS –триггеры. Счетчики импульсов: двоичные, двоично-десятичные и десятичные
Модуль 4 Регистры памяти и сдвига. Преобразователи параллельных и последовательных кодов. . Комбинационные цифровые микросхемы. Схемы логического преобразования, сумматоры, логические компараторы, шифраторы и дешифраторы, схемы интерфейса. Мультиплексоры и демультиплексоры. Анализ и синтез комбинационных цепей. Последовательностные цифровые микросхемы. . Элементы АЛУ. Сумматоры. Элементы памяти
Модуль 5 Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Множительно-делительные устройства
Модуль 6 Пассивные элементы электроники. Резисторы и потенциометры, конденсаторы постоянной и переменной емкости, индуктивности. Полупроводниковые датчики неэлектрических величин, оптоэлектронные элементы. Заключение
Модуль 7 Содержание разделов части дисциплины «Силовая преобразовательная техника» Введение. Назначение дисциплины «Силовая преобразовательная техника» и ее связь со смежными дисциплинами. Структура курса. Краткая история развития силовой преобразовательной техники. Современные тенденции развития силовой полупроводниковой преобразовательной техники. Источники вторичного электропитания. Структуры источников вторичного электропитания. Основные характеристики и параметры источников вторичного электропитания.
Модуль 8 . Выпрямители. Общие сведения. Одно и двухполупериодные выпрямители Схемы главных цепей. Неуправляемые выпрямители с комбинированной нагрузкой. Управляемые выпрямители с нулевым выводом. Основные параметры выпрямителей. Мостовые управляемые выпрямители Трехфазные выпрямители.12-ти пульсные выпрямители Реверсивные управляемые выпрямители. Управляемые выпрямители, работающие на против-ЭДС. Выпрямительный режим.
Модуль 9 Фильтры, активные и пассивные. Сглаживающие фильтры. Умножители напряжения. Стабилизаторы переменного и постоянного напряжения. Параметрические, компенсационные и импульсные стабилизаторы напряжения. Коммутационные процессы в выпрямительных схемах. Высшие гармоники в кривой выпрямленного напряжения и входного тока управляемых выпрямителей.

Модуль 10 Ведомые инверторы. Инверторный режим. Рекуперация. Режимы работы управляемых выпрямителей. Автономные инверторы напряжения и тока. Свойства. Схемы на транзисторах и тиристорах. Основные расчетные параметры схем преобразователей. Преобразовательная схемотехника.
Модуль 11 Преобразователи частоты. НПЧ и преобразователи частоты со звеном постоянного тока. Использование НПЧ в схеме питания электродвигателя. Преобразователи напряжения постоянного и переменного тока
Модуль 12 Методы технической эксплуатации силовых полупроводниковых преобразователей. Влияние гармоник и их подавление. Защита тиристорov. Узлы систем управления преобразователями Преобразовательные устройства на судах. Применение преобразователей в судовом электроприводе. Применение преобразователей в схемах возбуждения судовых электрических машин и устройствах заряда аккумуляторных батарей. Методы технической эксплуатации силовых полупроводниковых преобразователей
Модуль 13 Импульсные источники электропитания. Требования Регистра к судовому электронному оборудованию. Новинки электронной элементной базы. Перспективы развития судовой электроники.

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».

1. Власов А.Б. Электроника. Элементы электронных схем (часть 1). - Мурманск, МГТУ, 2009, -157 с.
2. Власов А.Б. Электроника. Основные аналоговые элементы и узлы электронной аппаратуры (часть 2). - Мурманск: МГТУ, 2008, -255 с.
3. Власов А.Б. Электроника. Основные цифровые элементы и узлы электронной аппаратуры (часть 3). - Мурманск: МГТУ, 2008, -207 с.
4. Власов А.Б., Черкесова З.Н. Задачи и методы их решения по курсу "Электротехника и электроника" (задачник) Учебное пособие по дисциплинам "Электротехника и электроника", "Общая электротехника и электроника" для технических специальностей. - Мурманск: МГТУ, 2015, -137 с.
5. Власов А.Б., Черкесова З.Н. Лабораторный практикум "Электротехника" по курсам "Теоретические основы электротехники", "Электротехника и электроника" (практикум) Учебное пособие МГТУ для всех форм обучения. - Мурманск: МГТУ, 2010, -137 с
6. Власов А.Б. Физические основы электроники: Электрофизические методы исследования полупроводников и полупроводниковых приборов. – Мурманск: МГТУ, 2013. – 228 с.
7. Власов А.Б. Лабораторный практикум по электрофизическим методам исследования диэлектриков (практикум). Учебное пособие МГТУ для технических специальностей. – Мурманск: МГТУ, 2013. – 184 с.
8. Власов, А. Б., Тепловизионная диагностика электротехнических комплексов и систем : учеб. для курсантов и студентов по дисциплинам «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника», «Инфракрасная термография и тепловой контроль электротехнических систем морского транспорта» для технических специальностей: / А.Б. Власов. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2016. – 136 с.
9. Власов А.Б. Задачи по силовой электронике. методические рекомендации и контрольные задания по курсам «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника», "Электротехнические комплексы и системы. Мурманск: Изд-во МГТУ. 2019. Электронный вариант.

10. Власов А.Б. Силовая преобразовательная техника. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы по курсам «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника», «Электротехнические комплексы и системы». Мурманск: Изд-во МГТУ, 2019. Электронный вариант.

11. Власов А.Б. Расчет управляемого полупроводникового выпрямителя. Методические указания и контрольные задания к курсовой работе по дисциплине «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника» для специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики». Мурманск: Изд-во МГТУ. 2019. Электронный вариант.

12. Власов А.Б. Задачи аналоговой и цифровой по силовой электронике. Методические рекомендации и контрольные задания по курсам «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника» для специальности 26.05.07 Эксплуатациям судового электрооборудования и автоматики судов. Мурманск: Изд-во МГТУ . 2019. Электронный вариант.

13. Власов А.Б., Кучеренко В.В., Черкесова З.Н. Силовая преобразовательная техника. Методические указания к лабораторному практикуму «Силовая преобразовательная техника» по курсам «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника», «Электротехнические комплексы и системы», «Электромагнитная совместимость» – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2019. Электронный вариант.

14. Власов, А.Б., Капустин А.Н., Мухалев В.А. Лабораторный практикум «Силовая преобразовательная техника» по курсам «Судовая электроника и силовая преобразовательная техника», «Практическая схемотехника», «Силовые полупроводниковые преобразователи», «Электротехника, электроника и схемотехника» для технических специальностей / А.Б. Власов, А.Н. Капустин, В.А. Мухалев. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2017. – 170 с.

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. Судовая электротехника и электроника : учебник для вузов / Е. Н. Архангельский, В. Г. Богач, Д. В. Вилесов, А. П. Сеньков ; под ред. Д. В. Вилеова. - Ленинград : Судостроение, 1985. - 312 с. : ил. - 34-00. 31.2 - С 89

2. Штумпф, Э.П. Судовая электроника и силовая преобразовательная техника. –СПб. : Судостроение. 1993. – 362 с.

3. **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

4. **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

Дополнительная литература

1. **Гультияев, А.** Визуальное моделирование в среде MATLAB : учеб. курс / А. Гультияев. - Санкт-Петербург : Питер, 2000. - 430 с. : ил. - (Учебный курс). - ISBN 5-272-00279-2 : 102-00; 83-20.32.97 - Г 94
2. **Забродин, Ю. С.** Промышленная электроника : учебник для вузов / Ю. С. Забродин. - Москва : Высш. шк., 1982. - 495, [1] с. - Библиогр.: с. 486-488. - 30-00. 32.85 - 3-12
3. Воронин П.А. Силовые полупроводниковые ключи. Додека, 2001, -384 с
4. Геллер Б.Л.. Судовая электроника Калининград, Издательство ФГОУ ВПО «КГТУ» 2011.
5. Герман-Галкин С. Г. Силовая электроника: Лабораторные на ПК.- СПб.: Учитель и ученик, Корона принт, 2002
6. Голиков С.П. Судовая техника высоких напряжений и высоковольтное оборудование. Учебное пособие. Керчь, 2016, -187 с.
7. Дмитриев Б.В., Рябенский В.М., Черевко А.И., Музыка М.М. Судовые полупроводниковые преобразователи. Архангельск, САФУ, 2015, - 556 с.
8. Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники: Учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000.
9. Кулик В.Д. Силовая электроника. Автономные инверторы. Активные преобразователи. СПбГТУРБ, 2010, 90 с.
10. Макашов Д. Обратногоходовой преобразователь. М.: 2006, 46 с.
11. Розанов Ю.К. Основы силовой электроники. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 296 с.

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>

[Электронно-библиотечная система "КнигаФонд"](http://www.knigafund.ru)

<http://www.knigafund.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			Всего часов	Семестр			Всего часов	Семестр/Курс		Всего часов
	5	6							5	6	
Лекции	24	28		52					4	4	8
Практические работы	24	26		50					4	4	8
Лабораторные работы	20	28		48					4	4	8
Курсовая работа		10		10						10	10
Самостоятельная работа	76	16		93					123	129	246
Подготовка к промежуточной аттестации		36		36					9	9	18
Всего часов по дисциплине	144	144		288					144	144	288

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												
Количество контрольных работ												
Количество рефератов												
Количество эссе												

Перечень лабораторных работ

№ п\п	Темы лабораторных работ
1	2
	5 семестр
1.	Исследование полупроводниковых диодов
2.	Исследование полупроводниковых стабилитронов
3.	Исследование светодиодов
4.	Статические характеристики биполярного транзистора
5.	Статические характеристики полевого транзистора
6.	Усилительные каскады на биполярных транзисторах
7.	Усилительные каскады на полевых транзисторах
8.	Исследование усилителей мощности
9.	Исследование автогенераторного мультивибратора на биполярных транзисторах
10.	Исследование аналоговых схем на основе операционного усилителя
11.	6 семестр
12.	Исследование импульсных схем на биполярных транзисторах и логических элементах
13.	Исследование свойств управляемого однооперационного тиристора
14.	Анализ работы силового IGBT транзистора
15.	Исследование качества электрической энергии трехфазной сети
16.	Исследование качества электрической энергии сети с трехфазными выпрямителями
17.	Исследование характеристик однофазной схемы управляемого выпрямления на симисторе и тиристоре
18.	Моделирование однофазного однополупериодного неуправляемого и управляемого выпрямителей

19.	Моделирование однофазного двухполупериодного неуправляемого и управляемого выпрямителя
20.	Моделирование работы автономного инвертора
21.	Синтез и анализ логических схем, АЦП и ЦАП и других узлов цифровых схем

Перечень практических работ

№	Темы практических работ
1	2
	5 семестр
1.	Свойства полупроводниковых материалов
2.	Свойства активных и пассивных радиокомпонентов: терморезисторы, варисторы, фоторезисторы, магниторезисторы
3.	Анализ работы диодов, стабилитронов
4.	Анализ работы биполярных транзисторов
5.	Анализ работы полевых транзисторов
6.	Анализ работы усилительных каскадов
7.	Свойства операционного усилителя. Схемы на ОУ
8.	Анализ работы преобразователей
9.	Анализ работы генераторов аналоговых сигналов
10.	Принципы построения и анализ работы логических элементов. Свойства триггеров на ИМС
11.	Анализ работы двоичных и двоично-десятичных счетчиков
12.	Построение компараторов, мультиплексоров, демультиплексоров. Анализ работы ЦАП и АЦП
13.	6 семестр
14.	Формирование требований к источникам питания и элементной базе.
15.	Расчет однофазных выпрямителей без фильтра
16.	Расчет однофазных выпрямителей с емкостным и индуктивно-емкостным фильтрами
17.	Расчет трехфазных неуправляемых и управляемых выпрямителей. Изучение процессов в шести и двенадцатипульсных выпрямителях.
18.	Анализ и учет процессов коммутации
19.	Анализ гармонического состава тока и напряжения в цепях полупроводниковых преобразователей
20.	Расчет ведомых инверторов
21.	Расчет автономных инверторов напряжения и тока
22.	Изучение схем стабилизаторов постоянного напряжения
23.	Преобразователи частоты
24.	Преобразователи постоянного и переменного напряжения
25.	Изучение схем управления и защиты импульсных преобразователей напряжения.
26.	Изучение схем преобразователей, применяемых в судовом электроприводе.
27.	Изучение схем преобразователей, применяемых в системах возбуждения электрических машин и зарядных устройствах аккумуляторов.

Перечень примерных тем курсовой работы

"Расчет управляемого полупроводникового выпрямителя"