

Компонент ОПОП

Специальность:

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
наименование ОПОП

Специализация:

Инфокоммуникационные технологии и радиотехнические системы

Б1.О.17

сифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Дисциплины
(модуля)**

Радиоматериалы и радиокомпоненты

Разработчик (и):
Пономаренко Д.А.
ФИО

доцент
должность

К.Т.Н . . .
ученая степень,
звание

Утверждено на заседании кафедры
Электрооборудования судов
наименование кафедры

протокол № 9 от 01.06.2026 г.

Заведующий кафедрой
Электрооборудования судов

подпись

Пономаренко Д.А.
ФИО

**Мурманск
2026**

Пояснительная записка

Объем дисциплины 4 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)
ОПК-6 Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской опытно-конструкторских работ	ИД-1 ОПК-6 Анализирует существующие технологии и элементную базу, необходимую для перспективных разработок радиоэлектронной аппаратуры ИД-2 ОПК-6 Обосновывает применение новых технологий и принципов для производства РЭС	Знать: - назначение, структуру и принципы построения электротехнических материалов, используемых в приборах радиоэлектроники, - назначение, состав, принцип действия, конструктивные особенности, параметры и характеристики, РМРК, обеспечивающих работоспособность радиолокационных приборов и радиоаппаратуры; - функциональные свойства РМРК, их основные параметры, принцип действия, основные конструктивные и эксплуатационные характеристики, области применения. Уметь: - использовать полученные знания при выполнении инженерных расчетов и решении практических задач; - определить оптимальный состав РМРК в зависимости от конструкции и назначения приборов и конструкций, а также провести начальный анализ их основных характеристик. Владеть: навыками анализа технического состояния, ремонта и восстановления технических характеристик РМРК.

2. Содержание дисциплины (модуля)

Основные характеристики и свойства РМРК. Роль материалов в современной радиоэлектронике. Материал - основа конструкции и элементной базы радиоэлектронной аппаратуры. Классификация материалов и их характерные свойства. Электрические и магнитные характеристики радиоматериалов. Классификация материалов по электрическим свойствам. Агрегатные состояния

вещества. Фазовые равновесия и фазовые превращения. Диаграммы состояний. Химическое равновесие. Структура вещества. Кристаллические и аморфные тела. Дефекты кристаллов твердых тел.

Поляризация диэлектриков. Поляризованность. Диэлектрическая проницаемость. Виды поляризации диэлектриков и классификация диэлектриков по виду поляризации. Температурный коэффициент диэлектрической проницаемости. Диэлектрическая проницаемость реальных диэлектриков, диэлектриков неоднородной структуры. Методы измерения. Материалы и элементы изготовления интегральных квантовой и функциональной электроники. Перспективы развития материалов для радиоэлектроники. Пьезоэффект и пьезоматериалы. Акустоэлектроника. Элементы устройств с объемными и поверхностными акустическими волнами. Кварцевые резонаторы. Сегнетоэлектрики. Электреты.

Электропроводность диэлектриков. Абсорбционный ток. Сквозной ток проводимости. Методы измерения электрических сопротивлений. Механизм электропроводности твердых диэлектриков. Энергия активации. Зависимость электропроводности диэлектриков от напряженности электрического поля. Электропроводность жидких диэлектриков, газов.

Диэлектрические потери. Метод векторных диаграмм. Тангенс угла диэлектрических потерь. Эквивалентные схемы замещения. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от различных факторов: температуры, частоты электрического поля, напряженности поля. Частичные разряды. Влияние воды на диэлектрические потери. Диэлектрические потери в твердых диэлектриках неоднородной структуры. Методы и средства измерения емкости и тангенса угла диэлектрических потерь. Мост переменного тока.

Пробой диэлектриков. Методы определения электрической прочности. Физическая природа пробоя. Виды пробоя. Пробой газов. Влияние различных факторов на электрическую прочность воздуха. Пробой жидких диэлектриков. Пробой твердых диэлектриков, виды пробоя. Электрическое старение диэлектриков.

Физико-химические и механические свойства диэлектриков. Термические (тепловые) свойства диэлектриков. Нагревостойкость материалов и изделий. Классы нагревостойкости. Температурный индекс. Тепловое старение материалов. Теплостойкость, термостойкость, холодостойкость, теплопроводность материалов. Растворимость. Химическая стойкость. Гигроскопичность. Радиационная стойкость. Свойства реальных электроизоляционных материалов и изделий из них. Газообразные диэлектрики. Диэлектрические свойства воздуха, водорода и других газов. Классификация твердых и жидких диэлектриков и их основные свойства. Высокомолекулярные органические соединения. Синтетические материалы. Реакции полимеризации и поликонденсации. Термореактивные и термопластичные полимеры. Смолы - основные представители поликонденсационных синтетических смол и их характеристики. Кремнийорганические и фторорганические смолы. Битумы. Эфиры целлюлозы. Воски. Масла. Трансформаторное масло. Высыхающие масла. Лаки и компаунды. Состав и классификация. Масляные лаки и краски. Кремнийорганические лаки. Клеи. Пластмассы и гибкие пленки. Состав и основы технологии пластмасс. Основные свойства пластмасс на основе синтетических смол. Каучуки и резины. Натуральные и синтетический каучуки. Полихлоропреновый и полисилоксановый каучуки. Эластомеры и резины. Материалы для кабелей с резиновой изоляцией. Марки кабелей и проводов. Волокнистые материалы. Электроизоляционные бумаги и картоны. Текстильные материалы. Тканевые материалы. Лакоткани. Слоистые пластики и их применение для печатных и монтажных плат. Неорганические диэлектрики. Слюда и слюдяные материалы. Стекло и материалы на его основе. Керамическая технология. Керамика. Фарфор. Конденсаторная керамика Сегнетокерамика. Оксидная и хлоридная изоляция. Ситаллы. Диэлектрики для созданий управляемых и нелинейных элементов. Элементы технологии производства микросхем. Обмоточные провода. Марки, свойства, применение.

Магнитные материалы и изделия на их основе. Основные свойства и характеристики магнитных материалов. Намагниченность и магнитная восприимчивость материалов. Магнитная анизотропия. Магнитострикция. Магнитная проницаемость. Остаточная магнитная индукция. Потери

на гистерезис и последствие. Классификация магнитных материалов. Магнитомягкие материалы и требования к ним. Технически чистое железо. Электротехнические кремнистые стали. Пермаллой. Карбонильное железо. Особенности технологий производства сердечников. Магнитные материалы для высоких и сверхвысоких частот. Магнитодиэлектрики, их состав и основные свойства. Ферриты, их состав и структура. Способы получения ферритов. Технология изготовления ферритов и методы измерения их характеристик. Ферриты для СВЧ и конструкции на них. Магнитные материалы с прямоугольной петлей гистерезиса и области их применения. Магнитные пленки. Общие свойства. Цилиндрические магнитные домены (ЦМД). Запоминающие устройства на ЦМД. Магнитотвердые материалы. Физико-химические свойства магнитотвердых материалов. Сплавы на основе FeNiAl. Магниты из порошков. Конструкции и свойства сердечников трансформаторов, катушек индуктивности. Элементы магнитоэлектроники. Магнитные ленты, диски и магнитные барабаны для запоминающих устройств ЭВМ.

Электро- и радиокомпоненты. Проводниковые и резистивные материалы и изделия на их основе. Основные свойства проводниковых материалов. Чистые металлы и сплавы. Электрические, тепловые и механические свойства металлических проводников. Поведение проводников на высоких и сверхвысоких частотах. Резисторы и потенциометры. Их классификация по назначению и основным свойствам. Особенности тонкопленочных резисторов для ИМС. Резисторы в полупроводниковых ИМС. Конденсаторы для цепей низких и высоких частот. Классификация, особенности конструкций и свойств различных типов конденсаторов. Конденсаторы в интегральных микросхемах (ИМС). Тонко- и толстопленочные конденсаторы. Конденсаторы в полупроводниковых ИМС. Катушки индуктивности. Применяемые материалы. Катушки для различных диапазонов частот. Дроссели. Вариометры. Перспективы развития и производства РМПК и устройств.

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 МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

1. Власов А.Б., Власова С.В. Электротехническое материаловедение. Мурманск, МГТУ, 2000.

2. Власов А.Б. Лабораторный практикум по электрофизическим методам исследования диэлектриков (практикум). Учебное пособие МГТУ для технических специальностей. – Мурманск: МГТУ, 2013. – 184 с.

3. Власов А.Б., Власова С.В. Лабораторный практикум по электрофизическим методам исследования диэлектриков. Учебно-методическое пособие для специальности 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и автоматики судов. Мурманск, 2019, электронный вариант.

4. Власов, А. Б., Тепловизионная диагностика электротехнических комплексов и систем : учеб. для курсантов и студентов по дисциплинам «Электротехнические материалы и технологии», «Инфракрасная термография и тепловой контроль электротехнических систем морского транспорта» для технических специальностей: / А.Б. Власов. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2016. – 136 с.

5. Власов А.Б. Физические основы электроники: Электрофизические методы исследования полупроводников и полупроводниковых приборов. – Мурманск: МГТУ, 2013. – 228 с.

6. Власов А.Б. Физические основы электроники. Методические рекомендации и контрольные задания для самостоятельной работы по курсам "Физические основы электроники",

"Введение в специальность" для специальности 26.05.07 Эксплуатациям судового электрооборудования и автоматики судов» – Мурманск, 2019. 20 с. - (ФГБОУ.ВО «МГТУ»).

7. Власов А.Б. Физические основы электроники. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы по курсам "Физические основы электроники", "Введение в специальность" для специальности 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и автоматики судов. Мурманск, 2019, электронный вариант.

8. Власов А.Б., Власова С.В. Электротехнические материалы и технологии. Методические рекомендации и контрольные задания для специальности 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и автоматики судов. Мурманск, 2019, электронный вариант.

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. Власов А.Б., Власова С.В. Электротехническое материаловедение. Мурманск, МГТУ, 2001.
2. Власов А.Б. Электроника. Элементы электронных схем (часть 1). - Мурманск, МГТУ, 2009, - 157 с.
3. 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
4. Власов А.Б. Физические основы электроники: Электрофизические методы исследования полупроводников и полупроводниковых приборов. – Мурманск: МГТУ, 2013. –228
5. Власов А.Б. Лабораторный практикум по электрофизическим методам исследования диэлектриков (практикум). Учебное пособие МГТУ для технических специальностей. – Мурманск: МГТУ, 2013. – 184 с.
6. Власов,А.Б., Тепловизионная диагностика электротехнических комплексов и систем : Учебное пособие / А.Б. Власов. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2016. – 136 с.
7. Силенко В.Н. Электротехнические материалы и их применение на водном транспорте: Учебник для вузов. СПб.: Политехника, 1995. 335 с..
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. Справочник по электротехническим материалам. В 3 т. / Под ред. Ю.В. Корицкого, В.В. Пасынкова, Б.М. Тареева. – Л. : Энергоатомиздат, 1989.
11. Казарновский, Д.М. Испытание электроизоляционных материалов и изделий: Учебник для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. / Д.М. Казарновский, Б.М. Тареев. – Л. : Энергия, 1980. 216 с.
12. Электротехнические материалы: Справочник / В.Б. Березин, Н.С. Прохоров, Г.А. Рыков и др. – 3-е изд., доп. и перераб. – М. : Энергоатомиздат. 1983. – 504 с.
13. 1.ЭБС "Университетская библиотека онлайн"
14. Пасынков, В.В. Материалы электронной техники: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / В.В. Пасынков, В.С. Сорокин. – М. : Высш. шк., 1986. – 367 с.: ил.
15. Пошерстник, М.Ю. Справочник по судовым кабелям и проводам / М.Ю. Пошерстник, М.А. Салютина. – Л.: Судостроение, 1966. – 251 с
16. Журавлева Л.В. Электроматериаловедение. М. Академия, 2000, 312 с
17. Бородулин М. Электротехнические и конструкционные материалы. Высшая школа, 2000 276 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;

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

[illegible]

Перечень лабораторных работ

№ п\п	Темы лабораторных работ
1	2
1.	Исследование тангенса угла диэлектрических потерь диэлектрика
2.	Нелинейная сегнетокерамика. Исследование термоконденсаторов и варикондов.
3.	Определение электрической прочности воздуха
4.	Влияние влажности на поверхностное сопротивление материала
5.	Исследование свойств ЖК-индикаторов
6.	Исследование свойств радиочастотных кабелей
7.	Исследование точки Кюри магнитных материалов
8.	Исследование магнитных материалов и магнитного экранирования
9.	Анализ рядов сопротивлений и конденсаторов

Перечень практических работ

Не предусмотрены.
