

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**  
(ФГБОУ ВО «МГТУ»)

**Методические указания для самостоятельной работы  
при изучении дисциплины (модуля)**

**Дисциплина**

**Б1.Б.13 Радиоматериалы и радиокомпоненты**

код, вид, тип и наименование практики по учебному плану

**Специальность**

**11.05.01 Радиоэлектронные системы и**

код и наименование направления подготовки /специальности

**КОМПЛЕКСЫ**

**Специализация**

**Радиоэлектронные системы передачи информации**

наименование направленности (профиля) /специализации образовательной

программы

**Разработчик**

**Зав. кафедрой ЭОС, д.т.н., профессор**

**А.Б. Власов**

Мурманск  
2019

Составитель – Власов Анатолий Борисович, доктор технических наук, профессор кафедры электрооборудования судов Мурманского государственного технического университета

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой электрооборудования судов 24 января 2019 г., протокол № 5.

## ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**Целью дисциплины (модуля) «Радиоматериалы и радиокомпоненты»** является формирование компетенций в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и учебным планом для специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»

### **Задача:**

-дать необходимые знания по всем разделам курса "Радиоматериалы и радиокомпоненты", позволяющие овладеть фундаментальными понятиями, законами и их следствиями;

-овладение навыками в проведении эксперимента с электрическими и магнитными цепями, в состав которых входят РМРК;

-выработка самостоятельной учебной деятельности;

-развитие интереса к дальнейшей познавательной деятельности;

-стремление к изучению и применению новых компьютерных технологий.

### **В рамках дисциплины происходит формирование:**

-знаний методов анализа свойств различных РМРК;

- знаний начальных методов расчета приборов на основе РМРК;

-знаний инженерных методов анализа устройств с РМРК;

-умений выполнять экспериментальные исследования устройств и определять их электрофизические параметры и характеристики;

-умений решать практические задачи по расчету и анализу устройств;

-умений производить измерение электрических величин.

- умений по использованию справочной литературе.

**Таблица 1 – Планируемые результаты обучения**

<b>№ п/п</b>	<b>Код компетенции</b>	<b>Компоненты компетенции, степень их реализации</b>	<b>Результаты обучения</b>
	ОПК-5. Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат.	Компоненты компетенции частично соотносятся с содержанием дисциплины, и компетенция реализуется в части «способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат»	<b>Знать:</b> физические явления и закономерности, являющиеся основой методов экспериментальных исследований и математические методы обработки и анализа результатов исследований; <b>Уметь:</b> выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат, использовать знания физических явлений и

			<p>закономерностей для выбора эффективных методов физического эксперимента;</p> <p><b>Владеть:</b> математическим аппаратом физики, способностью самостоятельно воспроизводить экспериментальные исследования по заданной методике, математическими методами обработки экспериментальных данных и анализа результатов, методиками использования исследовательской и измерительной аппаратуры, способностью самостоятельно проводить исследования по заданной методике, навыками практической работы с современной измерительной аппаратурой, математическими методами обработки экспериментальных данных и анализа результатов исследований.</p>
--	--	--	--

**В результате изучения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:**

- методы анализа свойств различных РМРК;
- начальные методы расчета приборов на основе РМРК;
- инженерные методов анализа устройств с РМРК;
- параметры и характеристики основных электротехнических, конструкционных и вспомогательных материалов электрических установок и пассивных радиокомпонентов, применяемых в этих средствах при воздействии на них электрических, магнитных и электромагнитных полей.

**Уметь:**

- выполнять экспериментальные исследования устройств и определять их электрофизические параметры и характеристики;
- решать практические задачи по расчету и анализу устройств;
- производить измерение электрических величин;
- использовать справочную литературу.
- использовать принципы физического и инженерного подходов к оценке возможностей использования названных материалов и компонентов в конкретных электротехнических устройствах.

- Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время

по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой обучающихся).

-Самостоятельная работа обучающихся (далее – СРО) в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности обучающегося. СРО играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРО должна стать эффективной и целенаправленной работой обучающихся.

-К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие обучающихся в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом СРО играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

-В процессе самостоятельной работы обучающийся приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

-Формы самостоятельной работы обучающихся разнообразны. Они включают в себя:

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, патентной, статистической, периодической и научной информации;
- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;
- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

-Самостоятельная работа приобщает обучающихся к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

-Основной формой самостоятельной работы обучающегося является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и лабораторных занятиях.

### **Содержание разделов дисциплины**

Наименование тем и содержание самостоятельной работы
<b>Модуль 1</b>
Введение. 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.

### **Модуль 2**

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.

### **Модуль 3**

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.

### **Модуль 4**

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.

### **Модуль 5**

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.

### **Модуль 6**

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.

<p>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.</p>
<p>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.</p>
<p>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.</p>
<p>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.</p>
<p>Керамическая технология. Керамика. Фарфор. Конденсаторная керамика Сегнетокерамика. Оксидная и хлоридная изоляция. Ситаллы. Диэлектрики для созданий управляемых и нелинейных элементов. Элементы технологии производства микросхем.</p>
<p>Обмоточные провода. Марки, свойства, применение</p>
<p style="text-align: center;"><b>Модуль 7</b></p> <p>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. Пермаллои. 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</p>

трансформаторов, катушек индуктивности. Элементы магнитоэлектроники. Магнитные ленты, диски и магнитные барабаны для запоминающих устройств ЭВМ.

### **Модуль 8**

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.

Заключение. Перспективы развития и производства РМПК и устройств

## **Список рекомендуемой литературы**

### **Основная**

1. 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, 2016, -137 с.
2. 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
3. Власов А.Б. Физические основы электроники: Электрофизические методы исследования полупроводников и полупроводниковых приборов. – Мурманск: МГТУ, 2013. – 228 с.
4. Власов А.Б. Лабораторный практикум по электрофизическим методам исследования диэлектриков (практикум). Учебное пособие МГТУ для технических специальностей. – Мурманск: МГТУ, 2013. – 184 с.
5. Власов А.Б. Электроника. Элементы электронных схем (часть 1). - Мурманск, МГТУ, 2009, -157 с.
6. Власов А.Б. Электроника. Основные аналоговые элементы и узлы электронной аппаратуры (часть 2). - Мурманск: МГТУ, 2008, -255 с.
7. Власов А.Б. Электроника. Основные цифровые элементы и узлы электронной аппаратуры (часть 3). - Мурманск: МГТУ, 2008, -207 с.

### **Ресурсы электронных библиотечных систем**

1. Электронно-библиотечная система ЭБС - <http://www.rucont.ru/>

2. ЭБС издательства "ЛАНЬ" - <http://e.lanbook.com>
3. ЭБС BOOK.ru - <http://book.ru/>
4. ЭБС ibooks.ru - <http://ibooks.ru/>
5. ЭБС znanium.com издательства "ИНФРА-М" - <http://www.znaniy.com>
6. ЭБС НИТУ "МИСиС" - <http://lib.misis.ru/registr.html>

### **Вопросы к самопроверке знаний**

1. Диэлектрики и электротехнические материалы. Классификация ЭТМ по различным признакам. Особенности эксплуатации. Активные и пассивные диэлектрики.
2. Электрический диполь и его электрический момент. Электрические домены. Электрическая индукция, поляризованность и связь между ними. Линейные и нелинейные диэлектрики, их применение.
3. Два вида поляризации диэлектриков, их разновидности и классификация диэлектриков по виду поляризации. Значения  $\epsilon$  и  $\text{tg}\delta$ , их зависимости от типа поляризации, температуры и частоты электрического поля. Методы измерения.
4. Диэлектрическая проницаемость композиционных диэлектриков..
5. Поляризация в сегнетоэлектриках и пьезоэлектриках. Свойства сегнетоэлектриков. Формула Кюри - Вейса. Сегнетокерамика для варикондов и термоконденсаторов, их свойства и применение. Термокомпенсирующая керамика.
6. Поляризация в пьезоэлектриках. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект. Пьезоэлектрический модуль. Коэффициент электромеханической связи. Классы пьезокерамических материалов. Пьезоматериалы: кристаллы и поликристаллы. Пьезоэлектрическая керамика. Кварцевые резонаторы (кварц) и их эквивалентная схема. Полимерные пьезоэлектрики, их получение и применение.
7. Жидкие кристаллы (ЖК). Состав и строение смектических, нематических, холестерических ЖК. Оптоэлектрические явления в ЖК. Зависимости  $\epsilon$  от напряжения, частоты. ЖК-индикаторы и ЖК-приборы: индикаторы, фильтры, фотография, тепловидение, дефектоскопия.
8. Классификация проводниковых материалов. Связь электропроводности и теплопроводности. Основные электрические свойства проводников. Влияние температуры, примесей и дефектов структуры на удельное сопротивление металлов.
9. Металлы и сплавы различного применения. Композиционные проводниковые материалы. Электроугольные материалы. Щетки для электрических машин.
10. Электропроводность диэлектриков. Сопротивление, проводимость изоляции. Ток смещения. Абсорбционный ток. Объемная и поверхностная проводимость. Методы измерения электрических сопротивлений. Мегаомметры и другие приборы для измерения токов утечки. Коэффициент абсорбции и его использование для оценки увлажнения изоляции проводов и конденсаторов.

11. Механизмы электропроводности твердых диэлектриков. Понятие о “прыжковой” проводимости. Энергия активации проводимости и метод ее определения. Определение ТКР, ТКр. Поверхностная проводимость и методы ее измерения. Влияние влаги, температуры на поверхностную и объемную проводимость твердых диэлектриков.

12. Диэлектрические потери. Мощность потерь при постоянном и переменном напряжении. Метод векторных диаграмм. Тангенс угла диэлектрических потерь. Эквивалентные схемы замещения реального диэлектрика. Взаимосвязь между параметрами параллельной и последовательной схем замещения. Удельные диэлектрические потери.

13. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от различных факторов: температуры, частоты электрического поля, напряженности поля. Частичные разряды, кривая ионизации, эрозия, старение диэлектрика. Диэлектрические потери в твердых диэлектриках неоднородной структуры. Формулы для расчета. Влияние воды и влажности на диэлектрические потери, форма распределения влаги в диэлектрике. Гидрофобные и гидрофильные диэлектрики.

14. Методы и средства измерения емкости и тангенса угла диэлектрических потерь. Расчет моста переменного тока при различных схемах замещения. Необходимость использования различных схем замещения. Низковольтные и высоковольтные мосты переменного тока, схемы включения. Прямая и перевернутая схемы включения моста, особенности и необходимость их использования. Особенности работы на измерительных мостах различного типа.

15. Пробой диэлектриков, в том числе поверхностный пробой. Электрическая прочность. Методы определения электрической прочности. Симметричное и несимметричное включение. Виды пробоя и их физическая природа.

16. Пробой газов и его этапы. Стриммеры. Канал газоразрядной плазмы. Процессы у анода и катода. Катодное пятно. Искра, дуга. Влияние различных факторов (давление, расстояние, неоднородное поле, частота и др.) на электрическую прочность воздуха. Формула Пика.

17. Пробой жидких диэлектриков. Влияние дисперсных фаз, загрязнений. Влияние температуры, влаги. Очистка масла.

18. Виды пробоя твердых диэлектриков. Электрический пробой. Запас по электрической прочности. Модель расчета теплового пробоя твердых диэлектриков. Электрическое старение диэлектриков. Время жизни изоляции и его зависимость от напряженности электрического поля, температуры. Влияние частичных разрядов. Методы прогнозирования срока службы изоляции.

19. Тепловое старение материалов. Факторы, ускоряющие или замедляющие тепловое старение. Теория Аррениуса. Время жизни изделия.

20. Термические свойства диэлектриков. Методы определения нагровостойкости материалов и изделий. Классы нагровостойкости и материалы, относящиеся к этим классам. Температурный индекс.

21. Методы исследования характеристик материалов: теплостойкость, термостойкость, холодостойкость, теплопроводность материалов, растворимость, химическая стойкость, гигроскопичность. радиационная стойкость и другие виды испытаний по ГОСТам.

22. Газообразные, жидкие диэлектрики и их свойства. Диэлектрические свойства и применение воздуха, элегаза, водорода, инертных и других газов.

23. Твердые органические диэлектрики. Мономеры и полимеры. Высокомолекулярные органические соединения. Природные и синтетические материалы, смолы. Реакции полимеризации и поликонденсации. Терморезистивные и термопластичные полимеры. Технологические основы получения пластмасс и гибких пленок. Характеристики, способы получения, свойства и применение полимеризационных диэлектриков: полистирола (ПС), полиэтиленов низкой, высокой, средней плотности (ПЭНП, ПЭВП, ПЭСД), полипропилена (ПП), поливинилхлорида (ПВХ), политетрафторэтилена (ПТФЭ), политрифторхлорэтилена (ПТФХЭ), полиметилметакрилата (ПММК), поликарбоната (ПК).

24. Характеристики, способы получения, свойства и применение основных поликонденсационных синтетических полимеров: фенольные, новолачные, эпоксидные смолы, полиэтилентерефталат (ПЭТФ), полиуретан (ПУ), полиамид (ПА), полиимид (ПИ). Кремнийорганические и фторорганические смолы.

25. Лаки, эмали. Три группы лаков. Масляные лаки и краски. Состав и классификация. Маркировка лаков и их представители. Смоляные лаки: состав, классификация и их представители. Методы технологических процессов пропитки, сушки изоляции электрических машин различных классов нагревостойкости; контроль изоляции в процессе пропитки и сушки лаками.

26. Компаунды. Классификация, области применения, марки и способы применения. Уплотнительные массы и их применение на судах.

27. Волокнистые материалы. Способы получения и электроизоляционные свойства. Электроизоляционные бумаги (кабельная, конденсаторная, пропиточная, микалентная и др.). Картоны, фибра. Применение картонов. Текстильные материалы.

28. Тканевые материалы. Лакоткани на основе различных материалов. Перкаль. Изоляционные ленты, трубки, чулки. Применение.

29. Пластмассы. Фенопласты и аминопласты. Слоистые пластики: гетинаксы, текстолиты, стеклотекстолиты и их применение в электрооборудовании

30. Эластомеры. Каучуки и резины, эбонит, эскапон, состав и характеристики. Натуральные и синтетический каучуки. Бутиловый (БК), полихлоропреновый (наиритовый), полисилоксановый и другие каучуки. Температуры стеклования и холодостойкость. Влияние воды, влаги, температуры, масел. Старение резиновой изоляции. Свойства резин,

применяемых для кабелей с резиновой изоляцией. Марки резин для изоляции жил и шланговой изоляции кабелей и проводов. Кремнийорганические резины.

31. Общие сведения о силовых кабелях для передачи и распределения электрической энергии. Ассортимент кабельных изделий на судах и их обозначение: ленты, шины, кабели, провода, шнуры, провода и кабели связи. Требования к проводам и кабелям в судостроении. Конструкции судовых кабелей и проводов. Сечения жил и количество проволок. Четыре типа жилы. Материалы изоляции проводов и кабелей: резины, пластикаты, ПЭ, БК, ПТФЭ, магнезия и другие. Основные группы и марки судовых кабелей, проводов, шнуров и особенности их обозначения.

32. Провода голые, обмоточные, монтажные. Обмоточные провода. Изоляция проводов: эмалевая, волокнистая, эмалеволокнистая, бумажная, пленочная, стекловолокнистая, стеклоэмалевая, кремнийорганическая. Марки проводов, их температурный индекс (ТИ) и применение. Микропровод. Действие растворителей на обмоточные провода. Моющие средства и особенности их применения на судах.

33. Слюда и материалы на ее основе. Мусковит, флогопит, фторфлогопит. Миканиты и слюдопласты. Виды миканита. Маркировки миканитов. Коллекторный, прокладочные, формовочный миканиты и их свойства. Микафолии, микаленты, микалексы, слюдиниты.

34. Асбест и материалы на его основе: бумага, ленты, картоны, асбодин, электронит, асбоцемент. Методы получения, свойства и применение.

35. Стекла и материалы на их основе. Получение, свойства, применение. Типы стекол. Стеклоэмали. Стекловолокно, стеклоткани, ленты. Световоды. Электрооптические материалы. Основные физические эффекты. Оптические волоконные устройства. Ситаллы. Фотоситаллы.

36. Керамическая технология. Керамика. Фарфор. Радиофарфор. Ультрафарфор. Конденсаторная керамика.

37. Классификация магнитных материалов. Намагниченность и магнитная восприимчивость материалов. Магнитное насыщение. Магнитная текстура. Магнитострикция. Основная кривая намагничивания. Зависимость магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля. Тангенс угла диэлектрических потерь. Потери на вихревые токи.

38. Магнитомягкие материалы. Чистое железо и его разновидности. Электротехническая сталь и ее разновидности. Магнитные сплавы с особыми свойствами: прецезионные, перминвар, изотерм, пермендюр, кальмаллой, термаллой, компенсатор. Пермаллой и его разновидности. Альсиферы. Магнитодиэлектрики. Оксиферы: марки, свойства, применение. Ферриты, их состав и структура. Способы получения ферритов. Технология изготовления ферритов и методы измерения их характеристик. Аморфные магнитные материалы.

39. Магнитотвердые материалы. Старение магнита. Кривая размагничивания, энергия в зазоре. Группы магнитных материалов.

Свойства, марки, применение литых высококоэрцитивных сплавов, металлокерамических и металлопластичных магнитов, магнитотвердых ферритов, сплавов на основе редкоземельных элементов и прочие магнитотвердых материалов.

40. Магнитные материалы для микроэлектроники. Общие требования. Различные типы доменных структур. Магнитные металлические пленки.

41. Области применения магнитных материалов в устройствах магнитооптики. Цилиндрические магнитные домены (ЦМД). Запоминающие устройства на ЦМД. Термомагнитная запись информации. Магнитооптические управляемые транспаранты. Магнитооптические диски.

42. Особенности магнитной записи информации на ленты и диски. Запись и воспроизведение синусоидального и прямоугольного сигналов.

43. Резисторы, старые и новые обозначения. Классификация по назначению и характеру изменения сопротивления. Конструкции: С1, С2, С4, С5, С2-12, ГИС, СПЗ, СПО, СП4 и другие. Основные параметры: номинальное сопротивление и его связь с геометрией резистора, ряды сопротивлений, ряды номинальной мощности, предельное напряжение, ТКС, шумы, частотные свойства, нелинейные свойства и другие.

44. Конструкция резисторов общего назначения: постоянные, углеродистые, металлопленочные, композиционные, проволочные. Переменные резисторы: композиционные непроволочные и проволочные. Прецизионные, высокочастотные, СВЧ, специального назначения, резисторы ГИС, ИС и другие.

45. Конденсаторы, старые и новые обозначения. Классификация по назначению и характеру изменения емкости. Конструкции: пакетная, трубчатая, дисковая, литая, рулонная, электролитические, многопластинчатые и другие. Основные параметры: номинальная емкость и ее связь с геометрией образца, ряды емкостей, стабильность, ТКС, ТКЕ, электрическая прочность, сопротивление изоляции, частотные свойства.

46. Высокочастотные конденсаторы постоянной емкости: керамические литые и пакетные, дисковые, трубчатые, проходные, высоковольтные, миниатюрные, слюдяные, стеклянные, стеклокерамические. Низкочастотные постоянной емкости: бумажные, металlobумажные, пленочные, электролитические, оксидно-полупроводниковые, ниобиевые, танталовые. Воздушные конденсаторы переменной емкости. Полупеременные конденсаторы, конденсаторы интегральных схем (ИС).

47. Катушки индуктивности высокой частоты (ВЧ). Классификация в зависимости от диапазона частот, по назначению и конструктивному оформлению. Контурные катушки индуктивности, провода, каркасы, методы намотки для катушек СВ, ДВ, УКВ.