Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 04.10.2023 14:59:04
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ

Декан

_____ /Е.В. Сафонов/

«16» февраля 2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Радиоматериалы и радиокомпоненты

Направление подготовки
11.03.01 Радиотехника

Профиль
Интеллектуальная радиоэлектроника и промышленный интернет вещей

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
очная, заочная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):

Доцент кафедры «Автоматика и управление»,
к.т.н., доцент  /Д.Ю. Усатый/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Автоматика и управление»,
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Руководитель образовательной программы
д.т.н., профессор  /А.А. Радионов/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3 Структура и содержание дисциплины ... 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины ... 6
3.3 Содержание дисциплины ... 11
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 13
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 14
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 14
4.1 Нормативные документы и ГОСТы ... 14
4.2 Основная литература ... 14
4.3 Дополнительная литература ... 14
4.4 Электронные образовательные ресурсы ... 14
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 15
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 15
5 Материально-техническое обеспечение ... 15
6 Методические рекомендации ... 15
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 15
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 16
7 Фонд оценочных средств ... 17
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 17
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 19
7.3 Оценочные средства ... 24

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Цель: ознакомление студентов с характеристиками, свойствами и назначением проводниковых, диэлектрических и магнитных материалов; параметрами, характеристиками, системой обозначений и областью применения радиокомпонентов.

Задачи: эксплуатация радиоэлектронной аппаратуры, локализация неисправностей при техническом диагностировании радиоэлектронной аппаратуры, устранение неисправностей, приводящих к возникновению неработоспособного состояния радиоэлектронной аппаратуры.

Обучение по дисциплине «Радиоматериалы и радиокомпоненты» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИОПК-1.1 Понимает фундаментальные законы природы; основные физические и математические методы накопления, передачи и обработки информации ИОПК-1.2 Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера ИОПК-1.3 Использует знания естественных наук и математики при решении практических задач	**Знать:** основные понятия и законы зонной теории конденсированного вещества **Уметь:** осуществлять выбор материалов и радиокомпонентов для разрабатываемых или используемых радио- и микро устройств **Владеть:** методами расчёта параметров электротехнических материалов применяемых при изготовлении радиоматериалов и радиокомпонентов
ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	ИОПК-2.1 Применяет основные методы и средства проведения экспериментальных исследований ИОПК-2.2 Выбирает эффективную методику экспериментальных исследований ИОПК-2.3 Проводит экспериментальные исследования, обрабатывает и представляет полученные данные	**Знать:** основные принципы проведения экспериментальных и научных исследований, численные методы и основные приемы обработки информации средствами вычислительной техники **Уметь:** проводить экспериментальные исследования в области электрорадиоматериалов, выбирать соответствующие методы расчёта, оформлять результаты расчёта, применять вычислительную технику для выполнения технических расчётов. **Владеть:** навыками лабораторных исследований,

		навыками работы с основными физическими и электроизмерительными приборами, навыками работы с вычислительной техникой и программами для технических расчётов

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».
Дисциплина непосредственно связана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

Методы и средства измерений;
Радиотехнические системы;
Радиотехнические цепи и сигналы;
Радиофизика;
Устройства СВЧ и антенны;
Физика;
Физические основы электроники;
Химия;
Электродинамика и распространение радиоволн.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			3	4
1	**Аудиторные занятия**	**108**	**54**	**54**
	В том числе:			
1.1	Лекции	72	36	36
1.2	Семинарские/практические занятия			
1.3	Лабораторные занятия	36	18	18
2	**Самостоятельная работа**	**108**	**54**	**54**
	В том числе:			
2.1	Подготовка к контрольным работам	18	9	9
2.2	Работа с конспектом лекций	72	36	36
2.3	Подготовка к зачету	9	9	
2.4	Подготовка к экзамену	9		9
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		зачет	экзамен
	Итого	**216**	**108**	**108**

3.1.2 Заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			4	5
1	**Аудиторные занятия**	**24**	**12**	**12**
	В том числе:			
1.1	Лекции	16	8	8
1.2	Семинарские/практические занятия			
1.3	Лабораторные занятия	8	4	4
2	**Самостоятельная работа**	**192**	**96**	**96**
	В том числе:			
2.1	Подготовка к контрольным работам	12	6	6
2.2	Работа с конспектом лекций	144	72	72
2.3	Подготовка к зачету	18	18	
2.4	Подготовка к экзамену	18		18
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен		зачет	экзамен
	Итого	**216**	**108**	**108**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1 Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Введение в радиоматериалы и радиокомпоненты**	**4**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**
1.1	Тема 1. Основные понятия термины и определения		2				2
2	**Раздел 2. Проводниковые материалы**	**54**	**17**	**0**	**10**	**0**	**27**
2.1	Тема 1. Природа проводимости и основные характеристики проводниковых материалов		1		1		3
2.2	Тема 2. Теплопроводность металлов		2		1		3
2.3	Тема 3. Термоэлектродвижущая сила		2		1		3
2.4	Тема 4. Зависимость удельного электрического сопротивления металлов от температуры		2		2		3

2.5	Тема 5. Электрические характеристики сплавов		2		1		3
2.6	Тема 6. Классификация проводниковых материалов		2		1		3
2.7	Тема 7. Материалы высокой проводимости		2		1		3
2.8	Тема 8. Сплавы высокого сопротивления		2		1		3
2.9	Тема 9. Контактные материалы		2		1		3
3	**Раздел 3. Полупроводниковые материалы**	**54**	**17**	**0**	**10**	**0**	**27**
3.1	Тема 1. Определение и классификация		1		0		1
3.2	Тема 2. Основные параметры полупроводников		1		0		1
3.3	Тема 3. Зависимость подвижности носителей заряда от температуры		3		2		5
3.4	Тема 4. Зависимость концентрации носителей заряда от температуры		3		2		5
3.5	Тема 5. Зависимость удельной проводимости от температуры		3		2		5
3.6	Тема 6. Время жизни носителей и диффузионная длинна		3		2		5
3.7	Тема 7. Основные эффекты в полупроводниках и их применение		1		1		2
3.8	Тема 8. Полупроводниковые материалы		2		1		3
4	**Раздел 4. Диэлектрические материалы**	**40**	**15**	**0**	**5**	**0**	**20**
4.1	Тема 1. Поляризация диэлектриков		2				2
4.2	Тема 2. Диэлектрическая проницаемость		1		2		3
4.3	Тема 3. Классификация диэлектриков на линейные и нелинейные		1				1
4.4	Тема 4. Диэлектрики полярные, неполярные и с ионной структурой		2				2
4.5	Тема 5. Виды поляризации		1				1
4.6	Тема 6. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры, давления, влажности, напряжения		2		2		3
4.7	Тема 7. Электропроводимость диэлектриков		1				1
4.8	Тема 8. Зависимость тока от времени приложения постоянного напряжения		2		1		3
4.9	Тема 9. Общее выражение для удельной объемной электропроводности		1				2
4.10	Тема 10. Диэлектрические потери		2				2
5	**Раздел 5. Магнитные материалы**	**44**	**17**	**0**	**5**	**0**	**22**

5.1	Тема 1. Магнитные характеристики		2				2
5.2	Тема 2. Классификация веществ по магнитным свойствам		1				1
5.3	Тема 3. Природа ферромагнетизма		1				1
5.4	Тема 4. Доменная структура		2				2
5.5	Тема 5. Намагничивание магнитных материалов. Кривая намагничивания		1		2		3
5.6	Тема 6. Магнитный гистерезис		2		1		3
5.7	Тема 7. Структура ферромагнетиков		1				1
5.8	Тема 8. Магнитострикционная деформация		1				1
5.9	Тема 9. Магнитная проницаемость		1		1		2
5.10	Тема 10. Потери в магнитных материалах		2		1		3
5.11	Тема 11. Электрические свойства магнитных материалов		1				1
5.12	Тема 12. Классификация магнитных материалов		1				1
5.13	Тема 13. Основные параметры магнитотвердых материалов		1				1
6	**Раздел 6. Радиокомпоненты**	**20**	**4**		**6**		**10**
6.1	Тема 1. Резисторы. Классификация резисторов.		0,4				0,5
6.2	Тема 2. Основные параметры резисторов		0,4		2		1,5
6.3	Тема 3. Группы резисторов		0,4				0,5
6.4	Тема 4. Резисторы специального назначения		0,4				0,5
6.5	Тема 5. Конденсаторы. Классификация конденсаторов		0,4				0,5
6.6	Тема 6. Основные параметры конденсаторов		0,4		2		2,5
6.7	Тема 7. Группы конденсаторов		0,4				0,5
6.8	Тема 8. Конденсаторы специального назначения		0,4				0,5
6.9	Тема 9. Катушки индуктивности. Классификация катушек индуктивности		0,4				0,5
6.10	Тема 10. Основные параметры катушек индуктивности		0,4		2		2,5
	Итого	**216**	**72**		**36**		**108**

3.2.2 Заочная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Введение в радиоматериалы и радиокомпоненты**	**4**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**
1.1	Тема 1. Основные понятия термины и определения		2				0
2	**Раздел 2. Проводниковые материалы**	**54**	**3**		**1**		**50**
2.1	Тема 1. Природа проводимости и основные характеристики проводниковых материалов		0,25		0		5
2.2	Тема 2. Теплопроводность металлов		0,5		0,5		5
2.3	Тема 3. Термоэлектродвижущая сила		0,5		0		5
2.4	Тема 4. Зависимость удельного электрического сопротивления металлов от температуры		0,5		0,5		6
2.5	Тема 5. Электрические характеристики сплавов		0,25		0		6
2.6	Тема 6. Классификация проводниковых материалов		0,25		0		6
2.7	Тема 7. Материалы высокой проводимости		0,25		0		6
2.8	Тема 8. Сплавы высокого сопротивления		0,25		0		6
2.9	Тема 9. Контактные материалы		0,25		0		5
3	**Раздел 3. Полупроводниковые материалы**	**54**	**3**		**2**		**49**
3.1	Тема 1. Определение и классификация		0,5		0		3
3.2	Тема 2. Основные параметры полупроводников		0,5		0		3
3.3	Тема 3. Зависимость подвижности носителей заряда от температуры		0,25		1		8
3.4	Тема 4. Зависимость концентрации носителей заряда от температуры		0,25		1		8
3.5	Тема 5. Зависимость удельной проводимости от температуры		0,25		0		8
3.6	Тема 6. Время жизни носителей и диффузионная длинна		0,25		0		5
3.7	Тема 7. Основные эффекты в полупроводниках и их применение		0,5		0		7

3.8	Тема 8. Полупроводниковые материалы		0,5		0		7
4	**Раздел 4. Диэлектрические материалы**	**40**	**3**		**2**		**35**
4.1	Тема 1. Поляризация диэлектриков		0,3				4
4.2	Тема 2. Диэлектрическая проницаемость		0,3		0		4
4.3	Тема 3. Классификация диэлектриков на линейные и нелинейные		0,3		0		3
4.4	Тема 4. Диэлектрики полярные, неполярные и с ионной структурой		0,3		0		4
4.5	Тема 5. Виды поляризации		0,3		0		3
4.6	Тема 6. Зависимость диэлектрической проницаемости от температуры, давления, влажности, напряжения		0,3		1		4
4.7	Тема 7. Электропроводимость диэлектриков		0,3		0		3
4.8	Тема 8. Зависимость тока от времени приложения постоянного напряжения		0,3		1		3
4.9	Тема 9. Общее выражение для удельной объемной электропроводности		0,3		0		3
4.10	Тема 10. Диэлектрические потери		0,3		0		4
5	**Раздел 5. Магнитные материалы**	**44**	**3**		**2**		**39**
5.1	Тема 1. Магнитные характеристики		0,25		0		4
5.2	Тема 2. Классификация веществ по магнитным свойствам		0,25		0		3
5.3	Тема 3. Природа ферромагнетизма		0,25		0		4
5.4	Тема 4. Доменная структура		0,25		0		3
5.5	Тема 5. Намагничивание магнитных материалов. Кривая намагничивания		0,25		0		3
5.6	Тема 6. Магнитный гистерезис		0,25		0		2
5.7	Тема 7. Структура ферромагнетиков		0,25		0		2
5.8	Тема 8. Магнитострикционная деформация		0,1		0		3
5.9	Тема 9. Магнитная проницаемость		0,15		1		4
5.10	Тема 10. Потери в магнитных материалах		0,25		1		4
5.11	Тема 11. Электрические свойства магнитных материалов		0,25		0		3
5.12	Тема 12. Классификация магнитных материалов		0,25		0		2
5.13	Тема 13. Основные параметры магнитотвердых материалов		0,25		0		2
6	**Раздел 6. Радиокомпоненты**	**20**	**2**		**1**		**17**
6.1	Тема 1. Резисторы. Классификация резисторов.		0,2				1

6.2	Тема 2. Основные параметры резисторов		0,2		0,34		3
6.3	Тема 3. Группы резисторов		0,2				1
6.4	Тема 4. Резисторы специального назначения		0,2				2
6.5	Тема 5. Конденсаторы. Классификация конденсаторов		0,2				1
6.6	Тема 6. Основные параметры конденсаторов		0,2		0,33		3
6.7	Тема 7. Группы конденсаторов		0,2				1
6.8	Тема 8. Конденсаторы специального назначения		0,2				1
6.9	Тема 9. Катушки индуктивности. Классификация катушек индуктивности		0,2				3
6.10	Тема 10. Основные параметры катушек индуктивности		0,2		0,33		1
	Итого	**216**	**16**		**8**		**192**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в радиоматериалы и радиокомпоненты

Цели дисциплины. Задачи дисциплины. Термины и определения.

Раздел 2. Проводниковые материалы

Физическая природа проводимости. Основные электрические параметры проводников. Влияние температуры, частоты электромагнитного поля, примесей и других дефектов структуры на электропроводимость металлов. Электрические свойства металлических сплавов, металлических пленок. Явление крио- и сверхпроводимости. Материалы высокой проводимости. Сплавы высокого сопротивления для резисторов. Контактные материалы. Припои. Природный графит, сажи, пиролитический углерод для непроволочных резисторов. Проводниковые материалы особо высокой нагревостойкости.

Раздел 3. Полупроводниковые материалы

Определение и классификация полупроводниковых материалов. Собственные и примесные полупроводниковые материалы. Основные параметры полупроводниковых материалов: ширина запрещенной зоны, энергия активации примесей, собственная и примесная электропроводность; время жизни носителей заряда. Температурная зависимость проводимости полупроводников. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках. Термоэлектрические явления в полупроводниках. Эффект Холла. Основные свойства, особенности и область применения элементарных полупроводников (германия, кремния), полупроводниковых соединений группы $A^{II}B^{VI}$, $A^{III}B^{V}$, $A^{IV}B^{IV}$.

Раздел 4. Диэлектрические материалы

Определение, классификация и назначение диэлектрических материалов. Пассивные и активные диэлектрики. Поляризация диэлектриков, Основные виды и механизмы поляризации линейных диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость и ее зависимость от частоты и температуры для полярных и неполярных диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость сложных диэлектриков. Спонтанная поляризация. Электропроводность диэлектриков. Зависимость удельного сопротивления от природы диэлектриков, температуры, влажности, напряжения. Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков и ее зависимость от природы материала, состояния поверхности и влажности. Виды диэлектрических потерь. Влияние частоты и температуры на диэлектрические потери. Пробивное напряжение и электрическая прочность. Электрический и тепловой пробой. Особенности пробоя газов,

жидкостей, твердых тел. Неорганические диэлектрики: керамика, стекло, ситалы, слюда и материалы на ее основе. Классификация органических диэлектриков. Общие сведения о полимерах. Пластмассы. Лакоткани. Слоистые пластики. Базисные материалы для производства печатных плат. Жидкие диэлектрики: нефтяные и синтетические масла. Газообразные диэлектрики. Общие представления о свойствах и применении сег- нето-, пьезо-, пироэлектриков. Материалы для оптических квантовых генераторов, люминофоры, электреты.

Раздел 5. Магнитные материалы

Краткие сведения по теории магнетизма. Классификация магнитных материалов. Магнитомягкие материалы. Требования, предъявляемые к магнитомягким материалам. Основные свойства и применение технически чистого железа, электротехнической стали, пермаллоя. Магнитные материалы для высоких и сверхвысоких частот, Основные свойства и применение магнитодиэлектриков и ферритов. Требования, предъявляемые к ферритам для сверхвысоких частот. Ферриты для СВЧ. Магнитные материалы с прямоугольной петлей гистерезиса (ППГ). Требования к материалам ППГ. Основные свойства и применение магнитных пленок, цилиндрических доменов. Магнитно-твердые материалы: классификация. Основные свойства и назначение сплавов ЮДНК, магнитотвердых ферритов материалов для магнитных лент, сплавов на основе редкоземельных металлов.

Раздел 6. Радиокомпоненты

Основные определения и классификация радиоэлементов в конструкциях РЭА1. Взаимосвязь радиоэлементов общего применения с интегральными схемами и функциональной микроэлектроникой. Контактные устройства Определения, общие свойства и классификация контактных устройств. Физические явления, происходящие при протекании тока в контактных устройствах. Основные и паразитные параметры контактных устройств. Функции, выполняемые контактными устройствами в аппаратуре, и требования, предъявляемые к их параметрам. Переходное сопротивление контакта. Надежность функционирования контактных устройств. Особенности конструкций контактных устройств и защита их от внешних воздействий. Перспективы развития и использования контактных устройств в РЭА. Резисторы. Определение и классификация резисторов. Обозначение резисторов. Явления, определяющие электрическое сопротивление и влияние на него различных физических факторов. Основные и паразитные параметры резисторов. Применение резисторов РЭА. Основные параметры и назначение специальных типов резисторов: варисторов, фоторезисторов, терморезисторав, тензорезисторов. Перспективы развития и роль дискретных резисторов в аппаратуре на интегральных схемах. Конденсаторы Определение и классификация конденсаторов. Физические явления, определяющие емкостные свойства конденсаторов. Основные и паразитные параметры конденсаторов. Применение конденсаторов постоянной и переменной емкости в РЭА. Требования к параметрам. Физические процессы, происходящие в конденсаторах при длительном функционировании. Перспективы развития и использование конденсаторов в РЭА на интегральных схемах. Катушки индуктивности Определение и классификация катушек индуктивности. Физическая природа индуктивности провода и катушки. Основные и паразитные параметры катушек индуктивности. Использование катушек индуктивности в РЭА. Расчет индуктивности катушек различных типов. Потери в катушках без сердечников. Сердечники для катушек индуктивности. Потери в катушках индуктивности с сердечником. Свойства катушек индуктивности при длительном функционировании. Перспективы развития и использование катушек индуктивности в РЭА.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Не предусмотрены.

3.4.2 Лабораторные занятия

3.4.2.1 Очная форма обучения

Лабораторное занятие 1. Изучение температурной зависимости удельного сопротивления металлов.

Лабораторное занятие 2. Изучение электросопротивления тонких металлических пленок

Лабораторное занятие 3. Изучение сопротивления проводников на высоких частотах.

Лабораторное занятие 4. Исследование температурной зависимости концентрации носителей заряда для чистого кремния

Лабораторное занятие 5. Исследования электрофизических параметров полупроводников.

Лабораторное занятие 6. Исследование влияния температуры на удельную электропроводность полупроводников.

Лабораторное занятие 7. Исследование влияния температуры на удельное сопротивление сплавов высокого сопротивления.

Лабораторное занятие 8. Исследование влияния температуры на емкость конденсатора и диэлектрические потери в нем.

Лабораторное занятие 9. Определение электрической прочности воздуха в равномерном электрическом поле

Лабораторное занятие 10. Исследование физических явлений в сегнетоэлектрических материалах

Лабораторное занятие 11. Исследование полупроводникового диода.

Лабораторное занятие 12. Исследование полупроводниковых терморезисторов

Лабораторное занятие 13. Исследование ферромагнитных материалов

Лабораторное занятие 14. Исследование диэлектрической проницаемости и угла диэлектрических потерь твердых диэлектриков.

Лабораторное занятие 15. Исследование диэлектрических потерь и угла диэлектрических потерь активных диэлектриков.

Лабораторное занятие 16. Исследование прямого и обратного пьезоэффекта

Лабораторное занятие 17. Исследование обратного пьезоэффекта и определение резонансной частоты пьезорезонатора.

Лабораторное занятие 18. Исследование контактных явления и термоэлектродвижущей силы.

3.4.2.2 Заочная форма обучения

Лабораторное занятие 1. Изучение температурной зависимости удельного сопротивления металлов.

Лабораторное занятие 2. Исследования электрофизических параметров полупроводников.

Лабораторное занятие 3. Исследование влияния температуры на емкость конденсатора и диэлектрические потери в нем.

Лабораторное занятие 4. Исследование основной кривой намагничивания ферромагнетика

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрены

4.2 Основная литература

1. Нефёдцев, Е. В. Радиоматериалы и радиокомпоненты : учебное пособие / Е. В. Нефёдцев, Н. И. Кузебных, М. Г. Кистенёва. — Москва : ТУСУР, 2022. — 268 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/313538.

2. Радиоматериалы и радиокомпоненты : учебное пособие / Н. А. Голов, А. Д. Грамаков, С. В. Пресняков [и др.]. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 34 с. — ISBN 978-5-7038-4274-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/103354.

3. Пейсахович, Ю. Г. Физика конденсированного состояния. Фазовые переходы. Магнетики. Свойства диэлектриков : учебное пособие / Ю. Г. Пейсахович, Н. И. Филимонова. — Новосибирск : НГТУ, 2018. — 163 с. — ISBN 978-5-7782-3612-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118468.

4.3 Дополнительная литература

1. Солдатова, Л. Ю. Радиоматериалы и радиокомпоненты : учебно-методическое пособие / Л. Ю. Солдатова. — Москва : ТУСУР, 2012. — 29 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/10905.

2. Радиоматериалы и радиокомпоненты : учебное пособие / Н. А. Голов, А. Д. Грамаков, С. В. Пресняков [и др.]. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 34 с. — ISBN 978-5-7038-4274-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/103354.

3. Радиоматериалы и радиокомпоненты : учебно-методическое пособие. — Томск : ТГУ, [б. г.]. — Часть 2 : Характеристики радиоматериалов — 2011. — 96 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/44964.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Не предусмотрено

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Microsoft-Office
2. PTC-MathCAD
3. Microsoft-Windows

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федеральный портал http://window.edu.ru
2. Официальный интернет-портал правовой информации http://pravo.gov.ru.
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php

5 Материально-техническое обеспечение

1. Компьютерный класс с предустановленным программным обеспечением, указанным в п. 4.5, мультимедийное оборудование (проектор, персональный компьютер преподавателя).
2. Специализированная аудитория для проведения лабораторных работ. Оборудование и аппаратура: осциллографы, комплект типового лабораторного оборудования "Радиокомпоненты"; (стендовое исполнение, ручная версия).
3. Аудитория для лекционных занятий. Оборудование и аппаратура: аудиторная доска, возможность использования мультимедийного комплекса.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля. Выдаются задания для подготовки к лабораторным и лекционным занятиям.

При подготовке к лабораторным работам по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем тематических вопросов.

В ходе работы во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы работы, определить порядок ее проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части работы следует подвести ее итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенной лабораторной работы. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Методика преподавания дисциплины «Радиоматериалы и радиокомпоненты» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала

предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

– подготовка к выполнению и защита лабораторных работ с помощью специализированного программного обеспечения;

– защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов расчетно-графических работ;

– технологии анализа ситуаций для активного обучения, которые позволяют студентам соединить теорию и практику, представить примеры принимаемых решений и их последствий, демонстрировать различные позиции, формировать навыки оценки альтернативных вариантов в вероятностных условиях.

Обучение по дисциплине ведется с применением традиционных потоково-групповых информационно-телекоммуникационных технологий. При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационно-телекоммуникационные технологии: презентации с применением проектора и программы PowerPoint.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов направлена на решение следующих задач:

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое самостоятельное получение студентами навыков работы в программе математического моделирования, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- выполнение расчетно-графических работ;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

7 Фонд оценочных средств

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- защита лабораторных работ;
- контрольные работы;
- выполнение и защита расчетно-графических работ;
- зачет;
- экзамен.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные задания по лекционному материалу индивидуально для каждого обучающегося.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	**Наименование компетенции выпускника**
ОПК-1.	Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности
ОПК-2.	Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Перечень оценочных средств по дисциплине «Радиоматериалы и радиокомпоненты»

№ п/п	Вид контроля результатов обучения	Наименование контроля результатов обучения	Краткая характеристика контроля результатов обучения
1	Текущий	Контрольная работа	Контрольная работа выполняется индивидуально каждым студентом. Контрольная работа состоит из трёх заданий по теме раздела. При проверке преподаватель оценивает правильность произведенных расчетов.
2	Текущий	Лабораторная работа	Лабораторная работа выполняется индивидуально каждым студентом. Оформленный отчет студент сдает преподавателю на проверку в заранее установленный срок. При проверке преподаватель оценивает качество оформления, правильность расчетов и выводов. К защите лабораторной работы допускаются студенты, которые выполнили работу, оформили в соответствии с требованиями отчет о лабораторной работе и предоставили его к защите. Каждому студенту задается не менее 3-х вопросов на тему лабораторной

			работы. Далее проводится защита отчета каждым студентом индивидуально в формате "вопрос-ответ" (задаются 3 вопроса).
2	Промежуточный	Зачет	Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Зачет проводится в форме устного опроса. В аудитории находится преподаватель и не более 15 человек из числа студентов. Во время проведения зачета их участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). В состав билета входит три теоретических вопроса, ответ на билет проходит с предварительной подготовкой 10 минут. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа, представленного для оценивания. Длительность зачета 30 минут. К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.
4	Промежуточный	Экзамен	Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися

			планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». Экзамен проводится в устной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 5 человек из числа студентов. Во время проведения экзамена его участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). Студенту выдается билет с тремя вопросами. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа студента. Длительность экзамена 2 часа (120 минут). К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Радиоматериалы и радиокомпоненты» (выполнили и успешно защитили лабораторные, контрольные работы)

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
	Незачтено	**Зачтено**		
знать: - основные понятия и законы зонной теории конденсированного вещества - основные принципы проведения экспериментальных и научных исследований, численные методы и основные приемы	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: - основные понятия и законы зонной теории конденсированного вещества - основные принципы проведения	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: - основные понятия и законы зонной теории конденсированного вещества - основные принципы проведения экспериментальных	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: - основные понятия и законы зонной теории конденсированного вещества - основные принципы проведения экспериментальных	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: - основные понятия и законы зонной теории конденсированного вещества - основные принципы проведения экспериментальных

обработки информации средствами вычислительной техники.	экспериментальных и научных исследований, численные методы и основные приемы обработки информации средствами вычислительной техники.	и научных исследований, численные методы и основные приемы обработки информации средствами вычислительной техники. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	и научных исследований, численные методы и основные приемы обработки информации средствами вычислительной техники. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	и научных исследований, численные методы и основные приемы обработки информации средствами вычислительной техники. Свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: - осуществлять выбор материалов и радиокомпонентов для разрабатываемых или используемых радио- и микро устройств; - проводить экспериментальные исследования в области электро-радиоматериалов, выбирать соответствующие методы расчёта, оформлять результаты расчёта, применять вычислительную технику для выполнения технических расчётов.	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет: - осуществлять выбор материалов и радиокомпонентов для разрабатываемых или используемых радио- и микро устройств; - проводить экспериментальные исследования в области электро-радиоматериалов, выбирать соответствующие методы расчёта, оформлять результаты расчёта, применять вычислительную технику для выполнения технических расчётов.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: - осуществлять выбор материалов и радиокомпонентов для разрабатываемых или используемых радио- и микро устройств; - проводить экспериментальные исследования в области электро-радиоматериалов, выбирать соответствующие методы расчёта, оформлять результаты расчёта, применять вычислительную технику для выполнения технических расчётов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей,	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: - осуществлять выбор материалов и радиокомпонентов для разрабатываемых или используемых радио- и микро устройств; - проводить экспериментальные исследования в области электро-радиоматериалов, выбирать соответствующие методы расчёта, оформлять результаты расчёта, применять вычислительную технику для выполнения технических расчётов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: - осуществлять выбор материалов и радиокомпонентов для разрабатываемых или используемых радио- и микро устройств; - проводить экспериментальные исследования в области электро-радиоматериалов, выбирать соответствующие методы расчёта, оформлять результаты расчёта, применять вычислительную технику для выполнения технических расчётов. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях

		обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	повышенной сложности.
владеть: - методами расчёта параметров электротехнических материалов применяемых при изготовлении радиоматериалов и радиокомпонентов; - навыками лабораторных исследований, навыками работы с основными физическими и электроизмерительными приборами, навыками работы с вычислительной техникой и программами для технических расчётов.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет - методами расчёта параметров электротехнических материалов применяемых при изготовлении радиоматериалов и радиокомпонентов; - навыками лабораторных исследований, навыками работы с основными физическими и электроизмерительными приборами, навыками работы с вычислительной техникой и программами для технических расчётов.	Обучающийся в недостаточной степени владеет: - методами расчёта параметров электротехнических материалов применяемых при изготовлении радиоматериалов и радиокомпонентов; - навыками лабораторных исследований, навыками работы с основными физическими и электроизмерительными приборами, навыками работы с вычислительной техникой и программами для технических расчётов. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет: - методами расчёта параметров электротехнических материалов применяемых при изготовлении радиоматериалов и радиокомпонентов; - навыками лабораторных исследований, навыками работы с основными физическими и электроизмерительными приборами, навыками работы с вычислительной техникой и программами для технических расчётов. Навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет: - методами расчёта параметров электротехнических материалов применяемых при изготовлении радиоматериалов и радиокомпонентов; - навыками лабораторных исследований, навыками работы с основными физическими и электроизмерительными приборами, навыками работы с вычислительной техникой и программами для технических расчётов. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: зачет

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует

	полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Шкала оценивания промежуточной аттестации: экзамена

Шкала оценивания	Описание
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности, не испытывает затруднений при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент не может оперировать знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Шкала оценивания текущего контроля

Наименование контроля результатов обучения	Шкала оценивания	Описание
Выполнение и защита лабораторной работы по теме раздела	Зачтено: набрано 2 и более баллов Незачтено: набрано 1 и менее баллов Критерии оценивания Общий балл при оценке складывается из следующих показателей:	В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются отчеты по лабораторным работам. К выполнению экспериментальной части лабораторной работы допускаются студенты,

	- приведены методики оценки технологических параметров – 1 балл - выводы логичны и обоснованы – 1 балл - оформление работы соответствует требованиям – 1 балл - расчетная и графическая части выполнены верно – 1 балл	подготовившие протоколы выполнения лабораторной работы. Протоколы оформляются в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Отчет по лабораторной работе содержит протокол проведения лабораторной работы, расчеты, графическую часть, выводы. Защита отчета по лабораторной работе осуществляется индивидуально. Студентом предоставляется оформленный отчет. Оценивается качество оформления, правильность расчетов и выводов. Студенты не выполнившие лабораторную работу к защите не допускаются
Расчетно-графическая работа по теме раздела	Отлично - Работа сдана в срок, расчетная и графическая части выполнены верно, либо имеются недочеты, не влияющие на конечный результат. Хорошо - - расчетная часть выполнена верно, в графической части есть замечания Удовлетворительно - в расчетной части есть замечания, метод выполнения графической части выбран верный Неудовлетворительно - в расчетной и графической частях есть грубые замечания.	Задание на РГР выдается на первом занятии соответствующего раздела дисциплины и сдается по окончании изучения соответствующего раздела дисциплины. РГР должны быть выполнены и оформлены в соответствии с требованиями методических указаний кафедры.
Контрольная работа по теме раздела	Отлично - Работа высокого качества, уровень выполнения отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные	Защита темы включает решение задач в аудитории в течение одной пары и проходит после изучения соответствующего раздела. Билеты состоят из задач, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1,5 часа.

	программой обучения учебные задания выполнены, либо некоторые из выполненных заданий содержат незначительные ошибки Хорошо - Уровень выполнения работы отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, некоторые виды заданий выполнены с ошибками. Удовлетворительно - Теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой заданий не выполнено; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий. Неудовлетворительно - Теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, предусмотренные программой задания не выполнены	

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

Тестовые вопросы для проведения текущего контроля по темам дисциплины

1. Основными носителями заряда в проводниках 1-го рода являются:

а) Ионы

б) Электроны

в) Электроны и дырки

2. Высокая электропроводимость проводниковых материалов объясняется главным образом:

а) высокой подвижностью носителей заряда

б) высокой концентрацией носителей заряда

в) значительной длиной свободного пробега

3. Для изготовления проволочных образцовых резисторов используют:

а) чистые материалы (например, медь, алюминий)

б) сплавы на основе меди

в) сплавы на основе железа: фехрали, хромали

4. Для изготовления электронагревательных элементов используют:

а) медь, алюминий

б) нихром, фехраль

в) бронзу, латунь

5. ТКρ характеризует:

а) относительное изменение удельного электрического сопротивления проводника при изменении температуры на 1 градус

б) изменение удельного сопротивления проводника при изменении температуры на 1 градус

6. Как влияют примеси и дефекты кристаллической структуры на электропроводность металлических проводников:

а) уменьшают

б) увеличивают

в) это зависит от рода примесей и дефектов кристаллической структуры

7. Удельное электрическое сопротивление металлов в широком диапазоне Т с ростом температуры:

а) увеличивается

б) уменьшается

в) имеет сложную зависимость

8. Какой материал Вы выбрали бы для изготовления датчиков температуры:

а) с большим значением ТКρ

б) только с ТКρ□□

в) с минимальным значением ТКρ

9. В линиях электропередач главным образом используются

а) медные провода

б) стальалюминиевые провода

в) стальные провода

10. Сверхпроводимостью называется явление резкого уменьшения удельного электрического сопротивления некоторых материалов до нуля

а) только при температуре Т=0К

б) при некоторых критических температурах

в) при Т□0 и одновременном воздействии на сверхпроводник магнитного поля с В(кр.)

11. Основными параметрами сверхпроводника являются:

а) температурный коэффициент удельного электрического сопротивления и хладостойкость

б) термо э.д.с. и разность температур между спаями
в) критическая температура и критическая индукция магнитного поля

12. Какой из материалов относится к материалам высокой проводимости?
а) уголь
б) константан
в) бронза

13. Какую температуру называют криогенной?
а) сверхнизкую
б) очень высокую
в) температуру плавления

14. Где применяются сплавы на основе железа?
а) в линях электровоздушных передач
б) для изготовления электронагревательных элементов
в) для изготовления токопроводящих жил кабелей

15. Когда возникает термо-э.д.с.?
а) при пайке
б) при обработке металлов путем обжига
в) при наличии разности температур между спаями двух различных металлических проводников

16. При температуре близкой к абсолютному нулю сопротивление металлических проводников (за исключением сверхпроводников)
а) стремится к нулю
б) возрастает
в) равно остаточному сопротивлению

17. Добавление меди в никель:
а) увеличивает удельное сопротивление никеля
б) уменьшает удельное сопротивление никеля
в) это зависит от процентного содержания меди

18. Остаточное сопротивление - это сопротивление:
а) которым обладает материал после снятия электрического напряжения
б) при температуре близкой к абсолютному нулю

19. К полупроводниковым материалам относят материалы, у которых ширина запрещенной зоны:
а) Больше 3 эВ
б) Меньше 3 эВ
в) Лежит в пределах от 3 до 8 эВ

20. В общем случае электропроводность полупроводников обусловлена дрейфом:
а) электронов и дырок
б) электронов
в) электронов и ионов

21. В собственных полупроводниках:
а) $n>p$
б) $n<p$
в) $n=p$, где n и p и концентрация, соответственно электронов и дырок

22. При введении в монокристалл кремния примеси с валентностью больше 4, получим:
а) кремний p-типа
б) собственный кремний
в) кремний n-типа

23. Мышьяк и бор в кремнии являются соответственно:
а) акцепторной и донорной примесью
б) донорной и акцепторной примесью
в) акцепторной примесью
г) донорной примесью

24. Могут ли выполнять роль доноров или акцепторов дефекты кристаллической решетки:
а) да, могут
б) нет, они лишь уменьшают удельное электрическое сопротивление полупроводников.
в) могут, но только в полупроводниковых соединениях.

25. С ростом температуры удельная электропроводность полупроводниковых материалов:
а) растет по экспоненте
б) растет по линейному закону
в) уменьшается

26. Вид температурной зависимости удельной электропроводности полупроводников зависит от степени их легирования?
а) да, зависит
б) нет, не зависит
в) зависимость выражена очень слабо

27. В слаболегированных полупроводниках зависимость электропроводности от температуры (Т) определяется в основном зависимостью:
а) Подвижностью носителей заряда от Т
б) Концентрации носителей заряда от Т
в) Электропроводность не зависит от Т

28. В области низких температур удельная электропроводность слаболегированных полупроводников соответствует:
а) собственной электропроводности
б) смешанной электропроводности
в) примесной электропроводности

29. В области высоких температур электропроводность растет вследствие:
а) увеличения подвижности носителей заряда
б) увеличения концентрации собственных носителей заряда
в) увеличения концентрации носителей заряда за счет ионизации примесей.

30. Подвижность электронов в полупроводниках:
а) равна подвижности дырок
б) меньше подвижности дырок
в) больше подвижности дырок

31. Наибольшее практическое применение для изготовления полупроводниковых дискретных приборов находят:
а) поликристаллы кремния

б) аморфный кремний
в) монокристаллы кремния

32. Чему равен верхний предел рабочих температур приборов на основе германия, (кремния)?
а) 200 ºС (70 ºС)
б) 200 ºС (400 ºС)
в) 70 ºС (200 ºС)

33. Какую группу приборов принципиально невозможно изготовить из кремния и германия?
а) Диоды, тиристоры, солнечные батареи
б) Диоды, датчики Холла, транзисторы
в) Фотодиоды, светодиоды, туннельные диоды

34. Имеется два образца германия. При нормальных условиях 1-й образец имеет удельное электрическое сопротивление – 0.47 Ом·м: 2-й –
0.07 Ом·м. Какой из этих образцов был легирован примесью? а) 1-й
б) 2-й
в) Этих сведений недостаточно

35. Удельная проводимость полупроводника n-типа в области низких температур определяется:
а) собственной электропроводностью
б) примесной электропроводностью
в) это зависит от соотношения ширины запрещенной зоны и тепловой энергии носителей заряда при данной температуре.

36. Температурный коэффициент сопротивления полупроводников:
а) имеет отрицательный знак
б) имеет положительный знак
в) знакопеременная величина

37. Какими носителями заряда обусловлен обратный ток p-n перехода?
а) основными носителями заряда
б) собственными носителями заряд
в) не основными носителями заряда

38. p-n переход можно использовать для создания конденсатора переменной емкости, если он включен:
а) в обратном направлении
б) в прямом направлении
в) при наличии диэлектрической пленки между p и n областями

39. Свойства p-n –перехода не используют при создании следующих приборов:
а) фоторезисторов, тензорезисторов
б) полупроводниковых лазеров, солнечных батарей
в) диодов, транзисторов, тиристоров

40. Электрической прочностью диэлектрика называют.
а) напряжение, при котором происходит пробой
б) минимальная напряженность электрического поля, при которой происходит пробой
в) механическую прочность диэлектрика в сильных электрических полях

41. Какова должна быть наименьшая толщина изоляции, выдерживающая напряжение 40 кВ, если его электрический прочность равна 20 кВ/мм.

а) 2мм
б) 0,5мм.
в) Данных для решения задачи недостаточно
г) 5мм

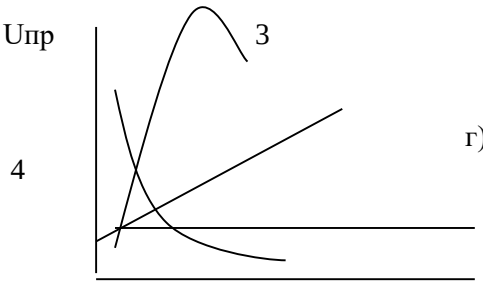
42. В основе электрического пробоя твердых диэлектриков лежит явления:

а) Фотоионизации.
б) Ударной ионизации
в) Тепловой ионизации атомов

43. Электрический пробой в твердых диэлектриках протекает за время:

а) 1мин.
б) Зависит от природы диэлектрика.
в) 10^{-8}□10^{-7}с
г) 10^{-15}□10^{-14}с

44. Какая из приведенных зависимостей Uпр от толщины диэлектрика правильна?



а) 3 и 2
б) 4 и 2
в) только 3
г) только 1

45. Какое из приведенных ниже соотношений правильно? Е- электрическая прочность соответственно твердых, жидких и газообразных диэлектриков.

а) $E_ж > Eгаз > Eтв$
б) $E_ж$ □ $Eтв < Eгаз$.
в) $Eтв$ □ $E_ж > Eгаз$
г) $Eтв > E_ж > Eгаз$

46. Пленка диэлектрика при электрическом пробое разрушается при напряжении 1,5кВ. Определите толщину пленки, если её электрическая прочность равна 50кВ/м.

а) 0,03 мм
б) 0,3 мм
в) 3 мм
г) 33,3 мм

47. Влияет ли наличие газообразных включений на электрическую прочность изоляции?

а) да, присутствие газообразных включений увеличивает её электрическую прочность
б) нет, не влияет
в) да, уменьшает электрическую прочность

48. С какой целью твердую изоляцию пропитывают жидкими диэлектриками?

а) чтобы уменьшить потери
б) чтобы увеличить электрическое сопротивление
в) чтобы увеличить электрическую прочность

49. В однородных электрических полях с уменьшением площади электродов электрическая прочность диэлектрика:

а) растёт
б) уменьшается
в) остается неизменной

50. С изменением температуры окружающей среды Uпр при электрическом пробое:

а) значительно уменьшается
б) значительно увеличивается
в) практически не меняется

51. Единицей измерения электрической прочности диэлектрика в системе Си является:

а) кВ/мм
б) В/м
в) Мв/м

52. Какие диэлектрики относится к полярным?

а) которые имеют два полюса
в) ток, через которые в прямом и обратном направление различен
г) молекулы которых имеют электрический момент

53. В неполярных диэлектриках основным видом поляризации является:

а) спонтанный вид поляризации
б) электронный вид поляризации
в) дипольно-релаксационный вид поляризации

54. Диэлектрическая проницаемость это величина, характеризующая:

а) интенсивность процессов поляризации
б) степень проникновения электрического поля в диэлектрик
в) потери в диэлектриках

55. Какой вид потерь является преобладающим в полярных диэлектриках в слабых электрических полях?

а) потери на электропроводность
б) потери на поляризацию
в) потери на ионизацию

56. Угол диэлектрических потерь, это угол, дополняющий угол сдвига фаз между током и напряжением.

а) в емкостной цепи до 180^{o} градусов
б) в индуктивной цепи до 90^{o} градусов
в) в емкостной цепи до 90^{o} градусов

57. К упругой поляризации относятся:

а) электронная и дипольно-релаксационная
б) спонтанная и дипольная
в) электронная и ионная

58. Изменение диэлектрической проницаемости полярных диэлектриков от температуры объясняется:

а) изменением времени релаксации частиц, участвующих в поляризации
б) изменением объема вещества
в) изменением скорости движения электронов

59. Как изменяется емкость плоского конденсатора, если в качестве диэлектрика в нем использовать не плёнку из фторопласта с ε=2, а пластику слюды тех же габаритов: но с ε=8.

а) останется неизменной
б) уменьшится в 4 раза
в) увеличится в 4 раза

60. Уменьшение диэлектрической проницаемости неполярных диэлектриков с увеличением температуры объясняется:

а) изменением концентрации частиц при тепловом расширении вещества
б) изменением времени релаксации диполей
в) изменением скорости движения электронов

61. В неполярных диэлектриках зависимость тангенса угла диэлектрических потерь $tg\delta = f(T)$ определяется:

а) зависимостью активной составляющей электропроводности от температуры
б) потерями на поляризации
в) изменением реактивной составляющей тока, протекавшего через диэлектрик

62. Какие виды потерь присутствуют в полярных диэлектриках, в слабых электрических полях?

а) потери на поляризацию
б) потери на электропроводность
в) потери на поляризацию и электропроводность

63. Что такое абсолютная магнитная проницаемость?

а) это отношение индукции насыщения к остаточной индукции
б) это отношение индукции насыщения к коэрцитивной силе
в) это отношение магнитной индукции к напряженности магнитного поля

64. Для ферромагнетиков магнитная проницаемость:

а) всегда больше 1
б) всегда меньше 1
в) может быть как больше, так и меньше 1

65. В каких единицах измеряется μ?

а) Гн/м
б) безразмерная величина
в) Гн/Эрстед;

66. Как зависит начальная магнитная проницаемость ферритов от частоты магнитного поля?

а) не зависит от нее
б) линейно возрастает
в) остается постоянной до некоторого значения, а затем падает

67. Уменьшение μ с ростом частоты обусловлено:

а) исчезновением доменной структуры
б) увеличением потерь на токи Фуко
в) инерционностью процессов перемагничивания

68. Какую температуру называют ТКюри?

а) температуру, при которой значение минимально
б) температуру перехода вещества из ферромагнитного состояния в парамагнитное
в) температуру перехода ферромагнетика из твердого состояния в жидкое

69. Что такое tg угла магнитных потерь?
а) отношение индуктивного сопротивления к емкости
б) отношение сопротивления активной составляющей к индуктивной составляющей
в) отношение сопротивления индуктивной составляющей к активной составляющей

70. Что понимают под углом магнитных потерь?
а) это угол, дополняющий угол сдвига фаз в емкостной цепи до 90
б) это угол между током и напряжением в индуктивной цепи
в) это угол, дополняющий угол сдвига фаз между током и напряжением в индуктивной цепи до 90

71. В каких единицах измеряют tg угла магнитных потерь в системе СИ?
а) 1/град
б) радиан
в) безразмерная величина

72. Ферриты представляют собой:
а) сплав железа с другими металлами
б) смесь окислов железа с окислами других металлов
в) непрерывный ряд твердых растворов железа

73. По величине какого параметра ГОСТ проводит классификацию материалов на магнитомягкие и магнитотвердые?
а) по коэффициенту упругости материала
б) по величине коэрцитивной силы
в) по величине магнитной проницаемости

74. Основной кривой намагничивания называют графически представленную зависимость:
а) магнитной проницаемости от напряженности магнитного поля
б) магнитной проницаемости от температуры
в) магнитной индукции от напряженности магнитного поля

75. Остаточная индукция – это:
а) индукция магнитного поля при H = 0 ранее намагниченного материала
б) индукция магнитного поля в области насыщения
в) индукция магнитного поля в области слабых полей

76. Коэрцитивная сила – это:
а) индукция магнитного поля при H = 0
б) напряженность магнитного поля в области насыщения
в) напряженность магнитного поля, которую необходимо создать, чтобы уменьшить индукцию до нуля

77. Интенсивность процессов намагничивания определяется:

а) коэрцитивной силой
б) остаточной индукцией
в) магнитной проницаемостью

78. Потери на гистерезис в магнитных материалах обусловлены:
а) перестройкой доменных структур
б) наличием активного сопротивления
в) наличием индуктивного сопротивления

79. На высоких частотах преобладающими потерями в магнитных материалах являются:
а) потери на гистерезис
б) потери на вихревые токи
в) потери на магнитную вязкость

80. Магнитотвердые материалы – это материалы:
а) с малой площадью петли гистерезиса
б) с высоким значением коэрцитивной силы
в) с высоким значением магнитной проницаемости

81. Магнитомягкие материалы должны иметь:
а) большое значение магнитной проницаемости и малое значение коэрцитивной силы
б) малое значение магнитной проницаемости и малое значение коэрцитивной силы
в) большое значение магнитной проницаемости и большое значение коэрцитивной силы

82. Магнитомягкие материалы, используемые в области высоких частот, должны обладать:
а) низким значением удельного электрического сопротивления
б) высоким значением удельного электрического сопротивления
в) низким значением остаточной индукции и коэрцитивной силы

83. С помощью каких компонентов осуществляется регулирование и распределение электрической энергии между цепями и элементами схем:
а) Конденсаторы
б) Резисторы
в) Диоды
г) Транзисторы

84. Чему равен температурный коэффициент сопротивления
а) ТКС = $R_0/ \Delta R \Delta t$
б) ТКС = $\Delta R/ R_0 \Delta t$
в) ТКС = $\Delta R \Delta t / R_0$

85. Основным параметром **фоторезистора** является чувствительность к световому потоку (Ф), выражаемая как:
а) S= Ф / Iф (люмен /А)
б) S= Iф/Ф (А/люмен)
в) S= Iф*Ф (А*люмен)

86. Ёмкость плоского конденсатора, состоящего из двух параллельных металлических пластин площадью S каждая, расположенных на расстоянии d друг от друга, в системе СИ выражается формулой:

а) $C_D = \frac{S}{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 . d}, \Phi$

б) $C_D = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 . S}{d}, \Phi$

в) $C_D = \varepsilon \cdot \varepsilon_0 . d \cdot S, \Phi$

87. Сопротивление изоляции — это сопротивление конденсатора постоянному току, определяемое соотношением:

а) Rd = U / Iут

б) Rd = U*Iут

в) Rd = Iут / U

88. Физический смысл добротности катушки индуктивности:

а) характеризует относительное изменение индуктивности катушки при изменении температуры на один градус

б) характеризует относительный уровень активных потерь в обмотке катушки, сердечнике и экране

в) характеризует относительный уровень пассивных потерь в обмотке катушки, сердечнике и экране

89. Уменьшение потерь в катушке индуктивности возможно при:

а) выборе оптимального размера провода, применении многожильного провода, выборе для каркаса материала с малыми диэлектрическими потерями, выборе материала для магнитного сердечника и др

б) применение одножильного провода, выбрать для каркаса материала с большими диэлектрическими потерями

в) потери в катушке индуктивности уменьшить не возможно

90. Какие конденсаторы обладают свойством самовосстановления:

а) конденсаторы с металлизированным электродом (бумажный и пленочный диэлектрик)

б) конденсаторы керамические

в) конденсаторы слюдяные

91. Электроемкость конденсаторов определяется по формуле

a $C=q/U^2$

b $C=q*U$

c $C=q/U$

d $C=U/q$

92. Какова зависимость емкости плоского конденсатора от диэлектрической проницаемости среды заполняющей промежуток между обкладками?

a Обратно пропорциональная

b Прямо пропорциональная

c Экспоненциальная

d Логарифмическая

93. На конденсаторе написано 0,50мкФ, ±4%. Чему равна абсолютная погрешность емкости конденсатора?

a 0,02 мкФ

b 0,04 мкФ

c 0,06 мкФ

d 0,08 мкФ

94. Почему для смены конденсаторов их необходимо разрядить?

a Может испортиться конденсатор

b Заряженный конденсатор представляет опасность для приборов

c Может выйти из строя источник тока

d Заряженный конденсатор представляет опасность для человека

7.3.2 Промежуточная аттестация

Вопросы к экзамену (4 семестр очной формы обучения, 5 семестр заочной формы обучения)

1. Свойства материалов. Классификация материалов. Виды химических связей в материалах.	ОПК-2
2. Свойства материалов. Структура твердых тел. Типы кристаллических решеток.	ОПК-1
3. Свойства материалов. Структура твердых тел. Дефекты структуры. Полиморфизм.	ОПК-1
4. Свойства материалов. Элементы зонной теории твердого тела.	ОПК-2
5. Проводниковые материалы. Электропроводность проводниковых материалов.	ОПК-1
6. Проводниковые материалы. Сверхпроводимость проводниковых материалов.	ОПК-1
7. Проводниковые материалы. Контактная разность материалов. Термоэлектродвижущая сила.	ОПК-1
8. Проводниковые материалы. Контакты.	ОПК-2
9. Проводниковые материалы. Классификация проводниковых материалов.	ОПК-1
10. Полупроводниковые материалы. Особенности полупроводников.	ОПК-1
11. Электропроводность полупроводников. Собственная проводимость. Примесная проводимость.	ОПК-1
12. Магнитные материалы. Природа ферромагнетизма.	ОПК-2
13. Основные характеристики ферромагнетиков. Кривые намагничивания.	ОПК-2
14. Потери в ферромагнитных материалах. Энергия в зазоре ферромагнетика.	ОПК-2
15. Классификация ферромагнитных материалов.	ОПК-1
16. Диэлектрические материалы. Поляризация диэлектриков.	ОПК-1
17. Диэлектрические материалы. Виды поляризации. Влияние различных факторов на поляризуемость диэлектрика. Электретный эффект.	ОПК-2
18. Электропроводность диэлектриков.	ОПК-1
19. Диэлектрические потери. Виды диэлектрических потерь. Схемы замещения диэлектриков и векторные диаграммы к ним.	ОПК-1
20. Диэлектрические потери. Зависимость tgδ и Ра от внешних факторов.	ОПК-2
21. Пробой диэлектриков. Виды пробоя. Ионизационный пробой.	ОПК-1
22. Пробой диэлектриков. Виды пробоя. Электрический пробой (электронный). Электрохимический пробой.	ОПК-2
23. Электротепловой пробой твердых диэлектриков (тепловой пробой). Электромеханический пробой.	ОПК-1
24. Электротермомеханический пробой. Поверхностный пробой.	ОПК-1
25. Классификация диэлектрических материалов.	ОПК-2
26. Свойства материалов. Классификация материалов. Виды химических связей в материалах.	ОПК-1
27. Свойства материалов. Структура твердых тел. Типы кристаллических решеток.	ОПК-2
28. Свойства материалов. Структура твердых тел. Дефекты структуры. Полиморфизм.	ОПК-2
29. Свойства материалов. Элементы зонной теории твердого тела.	ОПК-2
30. Проводниковые материалы. Электропроводность проводниковых материалов.	ОПК-1

Вопросы к зачету (3 семестр очной формы обучения, 4 семестр заочной формы обучения)

1. Классификация материалов электронной техники по применению (конструкционные, радиотехнические), по реакции на воздействие внешнего электромагнитного поля (проводники, полупроводники, диэлектрики, магнитные и др.)	ОПК-1
2. Физико-механические свойства конструкционных материалов.	ОПК-1

3. Классификация материалов по типу химической связи (ковалентная, ионная, металлическая, молекулярная), упорядоченности структуры (кристаллические, аморфные), электрической проводимости (проводники, полупроводники и диэлектрики) в соответствии с зонной теорией твердого тела и по величине удельного объемного сопротивления.	ОПК-2
4. Строение атомов, основные виды химической связи (ковалентная, ионная, металлическая, молекулярная) и зависимость от этого физических свойств веществ.	ОПК-2
5. Физические основы электропроводности собственных полупроводников. Основы зонной теории твердого тела. Разрешенные и запрещенные значения энергии электронов в твердом теле.	ОПК-1
6. Проводниковые материалы. Проводники первого, второго и третьего рода. Основы теории электропроводности металлов. Зависимость удельного сопротивления металлов от температуры. Влияние упругих и пластических деформаций, примесей на удельное сопротивление металлов.	ОПК-2
7. Электропроводность сплавов. Типы сплавов. Температурная зависимость удельного сопротивления и температурного коэффициента сопротивления сплавов.	ОПК-1
8.Неметаллические проводники (проводящие модификации углерода (графит, пиролитический углерод, углеродные нанотрубки) электролиты, композиционные материалы, контактолы, керметы, окисные материалы. Основные разновидности, свойства и применение	ОПК-2
9. Сопротивление тонких металлических пленок (влияние условий формирования пленки, размерного эффекта). Явление электродиффузии в проводниках. Сопротивление проводников току высокой частоты (скин-эффект).	ОПК-2
10. Классификация и применение технических проводниковых материалов (металлы, металлические сплавы, неметаллические проводники и т. д.).	ОПК-1
11. Металлы и сплавы высокой проводимости. Свойства и применение в радиоэлектронике (медь, алюминий, золото, серебро, платина, палладий, вольфрам, молибден, никель, кобальт, свинец, олово, индий и др.).	ОПК-1
12. Сплавы высокого электрического сопротивления (манганиновой и константановой групп, нихромы). Свойства и применение.	ОПК-1
13. Контактные явления. Неразъемные контакты. Скользящие контакты. Разрывные контакты. Основные физические процессы. Сопровождающие работу. Переходное сопротивление контакта. Пленки на поверхности контактов. Особенности функционирования контактного соединения на высоких частотах. Материалы контактов.	ОПК-2
14. Контактная разность потенциалов и термоэдс. Сплавы для термопар, их основные свойства и применение. Другие эффекты в твѐрдом теле (Холла, Эстингсгаузена, Пельтье).	ОПК-1
15. Припои и флюсы. Мягкие и твердые припои. Активные (кислотные), бескислотные и активированные флюсы. Различные припои и область их применения (оловянно-свинцовые, медно-цинковые, серебряные, др. припои). Проводниковые пасты для толстопленочных ГИС.	ОПК-2
16. Явление сверхпроводимости. Сверхпроводники 1-го и 2-го родов. Криопроводники. Применение в технике.	ОПК-1
17. Классификация (постоянные, подстроечные, переменные) и основные виды конструкций резисторов: для поверхностного монтажа, планарные выводные, цилиндрические выводные, объемные). Непроволочные и проволочные резисторы. Область применения, достоинства и недостатки.	ОПК-1

18. Специальные типы резисторов: термометры сопротивления, датчики тока, тензорезисторы, терморезисторы, фоторезисторы, магниторезисторы, варисторы.	ОПК-1
19. Резисторы. Основные конструктивные элементы и параметры постоянных резисторов. Принципы обоснованного выбора типов резисторов.	ОПК-2
20. Проволочные, непроволочные тонко- и толстопленочные, фольговые резисторы. Достоинства и недостатки, область применения.	ОПК-2
21. Проволочные и непроволочные резисторы. Конструкции резисторов (объѐмные, проволочные резисторы, непроволочные безвыводные чип-резисторы, фольговые резисторы, высоковольтные резисторы, мощные СВЧ-резисторы, резистивные аттенюаторы и др.). Особенности конструкции.	ОПК-2
22. Особенности функционирования резисторов на высоких частотах. Конструкции и эквивалентные схемы замещения чип-резисторов, мощных планарных СВЧ-резисторов, цилиндрических резисторов.	ОПК-1
23. Диэлектрические материалы. Поляризация диэлектриков. Полярные и неполярные диэлектрики. Виды поляризации (электронная, ионная, дипольно-релаксационная, упругодипольная, ионно-релаксационная, электронно-релаксационная, миграционная, резонансная, спонтанная). Характер зависимости диэлектрической проницаемости от вида поляризации, агрегатного состояния диэлектрика, частоты и температуры.	ОПК-2
24. Электропроводность диэлектриков. Удельное объемное и поверхностное сопротивления. Абсорбционные и сквозные токи. Сопротивление изоляции. Особенности электропроводности диэлектриков в различных агрегатных состояниях. Измерение электропроводности.	ОПК-2
25. Активные потери (мощность потерь и тангенс угла диэлектрических потерь) в диэлектриках на постоянном и переменном токах. Эквивалентные схемы замещения диэлектриков. Тангенс угла диэлектрических потерь. Физические явления, обусловливающие зависимость параметров потерь от частоты изменения электромагнитного поля и температуры в неполярных и полярных диэлектриках.	ОПК-1
26. Пробой диэлектриков. Пробивное напряжение. Электрическая прочность. Виды пробоя. Физические процессы при пробое в газообразных, жидких и твердых диэлектриках).	ОПК-1
27. Активные диэлектрики и их применение. Спонтанная поляризация и сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрики. Пироэлектрики. Применение (резонаторы, линии задержки, фильтры на поверхностных и объемных волнах и др.).	ОПК-2
28. Классификация технических диэлектриков. Основные диэлектрические материалы и их применение: газообразные диэлектрики; жидкие диэлектрики (нефтяные и синтетические), твердые диэлектрики (полярные и неполярные полимеры, лаки и компаунды, пластмассы, эластомеры и резины, волокнистые материалы, бумаги, стекла, ситаллы, слюдяные и керамические материалы).	ОПК-2
29. Электрические конденсаторы. Классификация (постоянные, переменные, общего и специального назначения, по типу диэлектрика и т. д.) и основные параметры.	ОПК-1
30. Активные потери в конденсаторах на постоянном и переменном токах. Особенности функционирования на высоких частотах.	ОПК-1