

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт
физико-химических технологий и материаловедения (ИФХТиМ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____/Ж.В. Мацулевич/
подпись ФИО

“20” июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.6 Материалы электронной техники
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки бакалавров/специалистов/магистров

Направление подготовки: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность: «Технология материалов и изделий электроники и нанoeлектроники»

(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2023

Выпускающая кафедра: НиБ

Кафедра-разработчик НиБ

Объем дисциплины: 216/6

Промежуточная аттестация: экзамен

экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик(и): Мочалов Георгии Михайлович, д.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Нижний Новгород, 2023

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 19 сентября 2017 г. № 927 на основании учебного плана, принятого УМС НГТУ
протокол от 25.05.2023 г. № 22

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 11.05.2023 г № 7.

Зав. кафедрой: к.х.н., доцент Калинина А.А.

(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИФХТиМ, протокол от 16.05.2023 г № 9.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ регистрационный № 11.03.04-н-30

Начальник МО

_____/Н.Р. Булгакова/
(подпись)

Заведующая отделом комплектования НТБ

_____/Н.И. Кабанина/
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи освоения дисциплины	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	5
4. Структура и содержание дисциплины	8
5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины	15
6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины	17
7. Информационное обеспечение дисциплины	18
8. Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ	20
9. Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине	20
10. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины	22
11. Оценочные средства для контроля освоения дисциплины	24

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины «Материалы электронной техники» является ознакомление с физическими принципами работы, характеристиками и параметрами материалов, изучение на этой основе принципов действия пассивных компонентов электронных узлов, а также применения материалов для создания электронных узлов и микросхем.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- иметь представление о свойствах различных типов материалов электронной техники;
- приобрести знания о физико-химических процессах, протекающих в материалах и элементах;
- уметь ориентироваться среди широкой номенклатуры материалов и элементов электронной техники;
- приобрести навыки по анализу разнообразных материалов (проводниковые, полупроводниковые, диэлектрические, магнитные, органические) для научного обоснования выбора наиболее целесообразного материала при решении конкретной задачи;
- развить самостоятельность в приобретении научных знаний и опыта экспериментальной работы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебная дисциплина «Материалы электронной техники» включена в обязательный перечень дисциплин вариативной части образовательной программы «Технология материалов и изделий электроники и наноэлектроники». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина основывается на базовых знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Общая химия», «Органическая химия», «Физика конденсированного состояния», «Физическая химия». Для усвоения дисциплины студент должен владеть навыками самостоятельной работы с учебными пособиями и монографической литературой, в том числе на английском языке, уметь создавать презентации в редакторе Microsoft Office PowerPoint, способами обработки экспериментальных данных; знать электрические свойства пассивных и полупроводниковых элементов электрических цепей, общие физические свойства проводниковых, полупроводниковых и магнитных материалов; уметь пользоваться измерительными приборами – вольтметрами, омметрами, осциллографами, генераторами и другие.

Дисциплина «Материалы электронной техники» является основополагающей для изучения ряда специальных дисциплин ОП ВО «Технология материалов и изделий электроники и наноэлектроники». Примерами таких дисциплин являются: «Компоненты электронной техники», «Оборудование и производство электронной техники», «Основы технологии электронной компонентной базы».

Знания, умения и навыки, полученные учащимся при изучении дисциплины – «Материалы электронной техники» необходимы для освоения последующих курсов базового и профессионального цикла дисциплин: «Компоненты электронной техники»,

«Оборудование и производство электронной техники», «Основы технологии электронной компонентной базы», «Технология печатных плат» и др., а также при подготовке, выполнении и защите курсовых и выпускной квалификационной работ, при решении научно-исследовательских задач в будущей профессиональной деятельности.

К активным методам обучения относится выполнение курсовой работы.

Рабочая программа дисциплины «Материалы электронной техники» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины (модуля) «Материалы электронной техники» направлен на:

- формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ОП ВО по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»:

а) профессиональных (ПК): ПК-2.

Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования компетенций дисциплинами							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-2								
Вакуумно-плазменные процессы и технологии (Б1.В.ОД.2)							✓	
Компоненты электронной техники (Б1.В.ОД.4)							✓	
Материалы электронной техники (Б1.В.ОД.6)					✓			
Основы технологии электронной компонентной базы (Б1.В.ОД.13)								✓
Физика конденсированного состояния (Б1.В.ОД.19)			✓	✓				
Научно-исследовательская работа (Б2.П.1)						✓		
Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (Б2.П.2)						✓		

<i>Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно</i>	<i>Семестры, формирования компетенций дисциплинами</i>							
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
Преддипломная практика (Б2.П.3)								✓
Выполнение и защита ВКР (Б3.Д.1)								✓

**ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С
ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП**

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
Тип профессиональной деятельности: производственно-технологический, проектно-конструкторский Трудовая функция: В/01.6 (ПС 40.058) Разработка рекомендаций по устранению и предупреждению брака при изготовлении радиоэлектронных средств						
ПК-2. Способен проводить исследования материалов и компонентов электронной техники для разработки и оптимизации технологических процессов	ИПК-2.1. Знает материалы и технологии изготовления компонентов и изделий электроники и нанoeлектроники	ЗНАТЬ: – основные физические принципы работы планарных электронных устройств	УМЕТЬ: – проводить расчеты параметров планарных электронных устройств на основе параметризации состав-свойства	ВЛАДЕТЬ: – основными технологическими приемами производства и тестирования изделий	- Темы курсовых работ по углубленному изучению ряда теоретических и прикладных разделов - Задания к контрольным работам по разделам	Вопросы для устного экзамена
	ИПК-2.2. Умеет проводить обоснованный выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий электроники и нанoeлектроники	ЗНАТЬ: – основы строения материалов и физики, происходящих в них явлений; – характеристики материалов электронной и микроэлектронной техники, материалов нанoeлектроники	УМЕТЬ: – проводить обоснованный выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий электроники и нанoeлектроники	ВЛАДЕТЬ: – методиками подбора перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий электроники и нанoeлектроники	- Темы курсовых работ по углубленному изучению ряда теоретических и прикладных разделов - Задания к контрольным работам по разделам	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 -Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего часов	в т.ч. по семестрам
		5 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	216	216
1. Контактная работа:	93	93
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	85	85
занятия лекционного типа (Л)	51	51
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практические занятия и др)	34	34
лабораторные работы (ЛР)		
1.2. Внеаудиторная, в том числе	8	8
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	4	4
текущий контроль, консультации по дисциплине	5	5
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	78	78
реферат/эссе (подготовка)		
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)		
контрольная работа		
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	20	20
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	58	58
Подготовка к экзамену (контроль)	45	45

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 -Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
5 СЕМЕСТР									
ПК-2: ИПК-2.1 ИПК-2.2 ИПК-2.3	Раздел 1 Классификация материалов ЭТ								
	Тема 1.1 Особенности строения веществ по структуре и химическому составу	1			1	подготовка к лекциям [1.1] (ст. 7-26); [1.3] (ст. 13-50)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 1.2 Типы материалов и их свойства	2		2	1	подготовка к лекциям [1.2] (ст. 14-24), [1.1] (ст. 7-26); подготовка к занятию [1.3] (ст. 13-50)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела: Строение твердых тел. Типы кристаллических решеток				4	[1.6] (ст. 7-21)			
	Итого по 1 разделу	3		2	6				
ПК-2:	Раздел 2 Физические процессы в проводниках								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ИПК-2.1 ИПК-2.2	Тема 2.1 Проводимость материалов. Зонная теория	2			2	подготовка к лекциям [1.1] (ст. 27-55); [1.2] (ст. 11-13); [1.3] (ст. 51-90)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 2.2 Проводимость при высоких частотах. Сверхпроводимость	2		4	4	подготовка к занятию [1.2] (ст. 36-44)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Итого по 2 разделу	4		4	6				
ПК-2: ИПК-2.1 ИПК-2.2	Раздел 3 Проводниковые материалы								
	Тема 3.1 Высокопроводящие металлы	4			2	подготовка к лекциям [1.3] (ст. 92-145); [1.1] (ст.56-85)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 3.2 Неметаллические проводящие металлы	4		4	2	подготовка к лекциям [1.1] (ст. 86-89); подготовка к занятию [1.3] (ст. 92-145)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела: Зонная теория металлов				2	[1.6] (ст. 22-68)			
	Итого по 3 разделу	8		4	6				
ПК-2: ИПК-2.1	Раздел 4 Полупроводниковые материалы								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ИПК-2.2	Тема 4.1 Типы полупроводников. Зонная теория	4			1	подготовка к лекциям [1.3] (ст. 146-30045); [1.1] (ст.56-89)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 4.2 Полупроводниковые соединения	4		4	1	подготовка к занятию [1.1] (ст. 90-181)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела: Зонная теория проводимости полупроводников				4	[1.6] (ст. 22-68)			
	Итого по 4 разделу	8		4	6				
ПК-2: ИПК-2.1 ИПК-2.2	Раздел 5 Физические процессы в диэлектриках								
	Тема 5.1 Свойства диэлектриков. Поляризация. Электрострикция	4		2	2	подготовка к лекциям [1.1] (ст. 182-224); подготовка к занятию [1.2] (ст. 71-94)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 5.2 Активные и пассивные диэлектрики. Их применение	4		2	2	подготовка к лекциям [1.1] (ст. 225-295); подготовка к занятию [1.2] (ст. 114-124)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела: Влияние высокочастотного поля на проводимость металлов и полупроводников				2	[1.6] (ст. 92-236)			
	Итого по 5 разделу	8		4	6				
ПК-2: ИПК-2.1 ИПК-2.2	Раздел 6 Диэлектрические материалы								
	Тема 6.1 Типы пленочных пассивных диэлектриков (SiO ₂ и др.)	4		4	4	подготовка к лекциям [1.1] (ст. 225-249); подготовка к занятию [1.3] (ст. 301-428)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 6.2 Ситаллы. Керамика. Сапфир. Высокочастотный резонансный пьезоэлектрический эффект	4			2	подготовка к лекциям [1.1] (ст. 250-260)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Итого по 6 разделу	8		4	6				
	Раздел 7 Магнитные материалы								
ПК-2: ИПК-2.1 ИПК-2.2	Тема 7.1 Типы магнитных материалов. Природа магнетизма	2				подготовка к лекциям [1.1] (ст. 296-303); [1.2] (ст. 125-154)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 7.2 Типы магнитных материалов и их применение	2		4	2	подготовка к лекциям [1.1] (ст. 304-358); подготовка к занятию [1.2] (ст. 125-154)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Самостоятельная работа по освоению 7 раздела: Природа магнетизма				4	[1.2] (ст. 125-154)			
	Итого по 7 разделу	4		4	6				
ПК-2: ИПК-2.1 ИПК-2.2	Раздел 8 Органические материалы								
	Тема 8.1 Классификация органических материалов, применяемых в электронике и нанoeлектронике	2		2	2	подготовка к занятию [1.5] (ст. 109-176)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Тема 8.2 Типы органических материалов и их области применения	2		2	2	подготовка к лекциям [1.5] (ст. 109-176); подготовка к занятию [1.4]	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Самостоятельная работа по освоению 8 раздела: Новые органические материалы в нанoeлектронике				4	[1.4]			
	Итого по 8 разделу	4		4	8				
	Раздел 9 Методы исследования материалов и элементов электронной техники								
ПК-2: ИПК-2.1 ИПК-2.2	Тема 9.1 Определение состава материалов	2		2	2	подготовка к лекциям [1.4] (ст. 251-267); подготовка к занятию [6.2.1.1] (ст. 1-50)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ¹²	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ¹³	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ¹⁴
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Тема 9.2 Определение электрофизических свойств	2		2	2	подготовка к лекциям [1.4] (ст. 251-267); подготовка к занятию [6.2.1.1] (ст. 1-50)	лекция-объяснение с частичным привлечением формы дискуссии, беседы		
	Самостоятельная работа по освоению 9 раздела: Методы определения состава и свойств материалов электронной техники				4	[1.4]			
	Итого по 9 разделу	4		4	8				
ПК-2: ИПК-2.1 ИПК-2.2	Выполнение и защита курсовой работы				20	Подбор, анализ литературы по теме курсовой работы, выполнение курсовой работы			
ИТОГО по дисциплине		51		34	78				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: опрос (беседа, диалог) по темам лекционных занятий, решение практических задач, контрольные работы.

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

Вопросы, индивидуальные задания, задачи и тесты представлены в методических указаниях к практическим занятиям, представленных в п. 6.2.

5.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

При промежуточном контроле (экзамен) успеваемость студентов оценивается по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6 –Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-2. Способен проводить исследования материалов и компонентов электронной техники для разработки и оптимизации технологических процессов	<i>ИПК-2.1. Знает материалы и технологии изготовления компонентов и изделий электроники и нанoeлектроники</i>	Не знает основные физические принципы работы планарных электронных устройств. Не умеет проводить расчеты параметров планарных электронных устройств на основе параметризации состав-свойства. Не владеет основными технологическими приемами производства и тестирования изделий.	Частично знает основные физические принципы работы планарных электронных устройств. Частично умеет проводить расчеты параметров планарных электронных устройств на основе параметризации состав-свойства. Частично владеет основными технологическими приемами производства и тестирования изделий.	Хорошо знает основные физические принципы работы планарных электронных устройств. Умеет проводить расчеты параметров планарных электронных устройств на основе параметризации состав-свойства. Хорошо владеет основными технологическими приемами производства и тестирования изделий.	Знает в совершенстве основные физические принципы работы планарных электронных устройств. Уверенно умеет проводить расчеты параметров планарных электронных устройств на основе параметризации состав-свойства. Уверенно владеет основными технологическими приемами производства и тестирования изделий.
	<i>ИПК-2.2. Умеет проводить обоснованный выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий электроники и нанoeлектроники</i>	Не знает основы строения материалов и физики, происходящих в них явлений; характеристики материалов электронной и микроэлектронной техники, материалов нанoeлектроники. Не умеет проводить обоснованный выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий электроники и нанoeлектроники. Не владеет методиками подбора перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий электроники и нанoeлектроники.	Имеет представление об основах строения материалов и физики, происходящих в них явлений; характеристиках материалов электронной и микроэлектронной техники, материалов нанoeлектроники. Умеет проводить с ошибками обоснованный выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий электроники и нанoeлектроники. Частично владеет методиками подбора перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий электроники и нанoeлектроники.	Хорошо знает основы строения материалов и физики, происходящих в них явлений; характеристики материалов электронной и микроэлектронной техники, материалов нанoeлектроники. Достаточно хорошо умеет проводить обоснованный выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий электроники и нанoeлектроники. Хорошо владеет методиками подбора перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий электроники и нанoeлектроники.	Отлично знает основы строения материалов и физики, происходящих в них явлений; характеристики материалов электронной и микроэлектронной техники, материалов нанoeлектроники. Уверенно умеет проводить обоснованный выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий электроники и нанoeлектроники. Отлично владеет методиками подбора перспективных материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий электроники и нанoeлектроники.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину.

1.1. Пасынков В.В. Материалы электронной техники: учебник для студентов ВУЗов / В.В. Пасынков, В.С. Сорокин – СПб.: Лань. – 2004 – 366 с. (электронное издание <https://www.rulit.me/tag/technics/materialy-elektronnoj-tehniki-2-e-izd-get-841138.html>)

1.2. Легостаев Н.С. Материалы электронной техники: учеб.-метод. пособие / Н.С. Легостаев. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2014. – 74 с. (электронное издание, <https://studfile.net/preview/16874291/>)

1.3. Сорокин В.С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики: Учебник. — Т. 1. — 2е изд., испр. / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П.Лазарева — СПб.: Издательство «Лань», 2015. — 448 с. (электронное издание <https://studizba.com/files/show/pdf/51379-1-sorokin-v-s-antipov-b-l-lazareva-n-p.html>)

1.4. Марков В. Ф. Материалы современной электроники: [учеб. пособие] / В.Ф. Марков, Х.Н. Мухамедзянов, Л.Н. Маскаева; [под общ. ред. В. Ф. Маркова]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 272 с. (электронное издание https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/28841/1/978-5-7996-1186-6_2014.pdf)

1.5. Щука А.А. Нанoeлектроника [Электронный ресурс] учебное пособие / А. А. Щука; под ред. А. С. Сигова. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 - 342 с. (электронное издание)

1.6. Шалимова К.В. Физика полупроводников: Учебник. / К.В. Шалимова – 4-е изд. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. — 400 с. (электронное издание, https://t.me/physics_lib/2534)

6.2. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

В список «Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям» включаются методические указания и рекомендации по проведению практических учебных занятий по данной дисциплине:

6.2.1 Методические указания:

6.2.1.1 Материаловедение электронных средств: методические указания / М.М. Филяк; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018. – 50 с. (электронное издание <http://elib.osu.ru/handle/123456789/2718?mode=full>)

6.2.2 Методические указания, разработанные НГТУ

6.2.2.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_aydit_rab.pdf?20.
Дата обращения 23.09.2015.

6.2.2.2 Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим

советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес: http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/met_rekom_organiz_samost_rab.pdf?20.

6.2.2.3 Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес: http://www.nntu.ru/RUS/otd_sl/ymy/metod_dokym_obraz/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf.

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Перечень программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий по дисциплине (открытый доступ):

1. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. - Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>.
2. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
3. [Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса](http://elib.tolgas.ru/) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.
4. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.
5. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
6. *Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД)* [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
7. *Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам* [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.
8. *Университетская информационная система Россия* [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)
Microsoft Windows 7 (подписка MSDN 4689, подписка DreamSparkPremium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare)
Visual Studio 2008 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	
Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655)	
Microsoft Office (лицензия № 43178972)	
Windows XP лиц. № 65609340	
Office 2007 лиц. № 43178971	
Microsoft Windows XP Professional (лицензия № 43178980)	
MicrosoftOffice 2007 (лицензия № 44804588)	
1С предприятие 8.1 (лицензионное соглашение №800908353 с ЗАО «1С»)	
Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135)	
Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23)	
КонсультантПлюс (Договор № 28-13/16-313 от 27.12.16)	
Техэксперт (Договор №100/860 от 22.12.2016)	

В табл. 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Электронная база избранных статей по философии	http://www.philosophy.ru/
3	Единый архив экономических и социологических данных	http://sophist.hse.ru/data_access.shtml
4	Базы данных Национального совета по оценочной деятельности	http://www.ncva.ru
5	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
6	Информационно-справочная система «Техэксперт»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В табл. 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1342 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Доска меловая -1 шт. 2. Рабочее место студента на 22 чел.; 3. Рабочее место преподавателя – 1 шт.; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран, ноутбук)	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021)
2	1221 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий	1. Доска меловая -1 шт. 2. Рабочее место студента на 50 чел.; 3. Рабочее место преподавателя – 1	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	шт.; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран, ноутбук)	№Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23
3	1334-4 Мультимедийная аудитория (компьютерный класс для проведения виртуального лабораторного практикума по процессам и аппаратам) (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Рабочие столы, оснащенные компьютером (10 посадочных мест); 2. Рабочие столы (22 посадочных места); 3. Рабочее место преподавателя; 4. Переносное мультимедийное оборудование (мультимедийный проектор, экран 5. Стенд образовательный «Интегральные микросхемы. Печатные платы»	1. Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (с/н GMN9-DSLH-G4U1-LW6H от 11.05.23
4	1334-3 Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Лабораторные столы (6 посадочных мест); 2. Лабораторное оборудование: - хроматографический комплекс; - исследовательская лаборатория моделирования вакуумных процессов; - спектрофотометр; - плита электрическая; - вытяжной шкаф; - магнитная мешалка; - водяная баня; - цифровой биологический микроскоп; - прибор для измерения удельной поверхности дисперсных пористых материалов. 3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные -750мл, колбы Эрленмейера (100-500мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки	
5	1334-1 Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Лабораторные столы (6 посадочных мест); 2. Лабораторное оборудование: - лабораторные аналитические весы; - высокочастотный генератор СЭЛТ-ВЧИ-2,0/40; - высокочастотный дуговой плазмотрон; - плита электрическая; - шкаф сушильный; - магнитная мешалка;	

№	Наименование аудиторий и помещений для учебной и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
		- источник водорода с оборудованием для приготовления специальной воды; - спектрофотометр; - поляриметр. 3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные -750 мл, колбы Эрленмейера (100-500 мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25 мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки	
6	1330-1 Образовательно-научная лаборатория (кафедра "Нанотехнологии и биотехнологии" г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24)	1. Лабораторные столы (10 посадочных мест); 2. Лабораторное оборудование: - вискозимет — плотномер Штабингера SVL3001; - хромато-масс-спектрометр; - планетарная мельница PM100; - комплекс автоматический Porometer metcats plus; - вытяжной шкаф; - магнитная мешалка; - водяная баня; - комплекс хроматографический газовый «Хромос ГХ-1000»; - спектрофотометр ИК-Фурье. 3. Химическая посуда: чашки Петри, колбы плоскодонные -750мл, колбы Эрленмейера (100-500 мл), химические стаканы (50-1000мл), мерные колбы (25 мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), пробирки, бюретки	

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работы в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- коллоквиум;
- контрольная работа;

- *тест*.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии с набранными за семестр баллами. Студенты, выполнившие все обязательные виды запланированных учебных занятий к прохождению промежуточной аттестации (зачету с оценкой).

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

10.3. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в табл. 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-

телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

10.4. Методические указания для выполнения контрольных работ

При изучении курса «Физиология человека» проводится контрольная работа, коллоквиум и защита реферата по дисциплине.

В контрольную работу и коллоквиум входят тесты (по выбору преподавателя) из методических указаний: Плескова С.Н. Тестовые задания по физиологии человека (методические указания) / С.Н. Плескова, Э.Р. Михеева // Нижний Новгород, Изд-во НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2011. – 78 с.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

11.1.1. Типовые задания к практическим (семинарским) занятиям

1. Как можно классифицировать материалы электронной техники? Охарактеризуйте особенности каждой классификационной группы.

2. Почему проводниковые материалы (в частности, металлы) обладают высокой электропроводностью и теплопроводностью? Как влияют на электро- проводимость примеси и другие структурные дефекты?

3. В чем состоит особенность проводимости тонких металлических пленок?

4. В каких случаях необходимо получить возможно меньшую, а в каких случаях - возможно большую термоЭДС?

5. Какие проводниковые материалы обладают высокой электропроводностью? Почему? Каковы их области применения в электронной технике?

6. Какие проводниковые материалы относятся к материалам высокого электросопротивления? Почему? Приведите примеры их использования для изготовления проволочных резисторов.

7. Какие материалы используются для изготовления термопар? Приведите их классификацию в зависимости от диапазона измеряемых температур.

8. Какие тугоплавкие материалы применяются в электронной технике? Опишите их свойства.

9. Какие материалы используются при пайке? Каковы их свойства и назначение? Дайте их классификацию.

10. Что представляют собой контактолы? Опишите их свойства и назначение.

11. Какие неметаллические проводящие материалы используются в электронной технике и для каких целей?

12. Что такое керметы? Где они находят применение?

13. Рассмотрите характерную температурную зависимость удельного сопротивления металлических проводников в широком диапазоне температур (до температуры, превышающей температуру плавления).

14. В чем сущность электронной эмиссии металлов? Где в электронной тех нике используется это явление?
15. Какие материалы применяются для изготовления катодов электронных ламп? Какие к ним предъявляются требования?
16. Рассмотрите типичную зависимость удельного сопротивления и температурного коэффициента удельного сопротивления металлической пленки от ее толщины.
17. Какие факторы и как влияют на величину удельного сопротивления металла?
18. При каких условиях в цепи, состоящей из двух различных металлических проводников, возникает термоЭДС?
19. Рассмотрите материалы, используемые в производстве печатных плат.
20. Какие материалы используются для изготовления пленочных резисторов? Каким образом они формируются?
21. Рассмотрите материалы, применяемые в производстве интегральных микросхем для создания токопроводящих коммутационных дорожек и обкладок конденсаторов.
22. Каков состав пленок из пиролитического углерода? Как он влияет на свойства углеродистых резисторов?
23. Какие материалы используются для изготовления металлопленочных и металлооксидных резисторов? Какие существуют методы их формирования?
24. Какие материалы используются для изготовления композиционных резисторов?
25. Что такое собственный полупроводник? Какова природа его электропроводности?
26. Как влияют донорные и акцепторные примеси на электропроводность полупроводника?
27. Как влияет температура на электропроводность примесного полупроводника в широком интервале температур?
28. В чем состоит сущность явления фотопроводимости?
29. Что такое люминесценция? Какие материалы являются люминофорами?
30. Какие существуют методы для определения типа электропроводности полупроводника?

11.1.2. Примеры типовых тестовых заданий к практическим (семинарским) занятиям

1. Какие частицы являются носителями заряда в твердых диэлектриках:
1. ионы;
 2. электроны и дырки;
 3. нейтроны;
 4. позитроны.
2. Ток смещения обусловлен:
1. мгновенными видами поляризации;
 2. ориентацией доменов;
 3. перескоком ионов с ловушки на ловушку;
 4. мгновенными и релаксационными видами поляризации, а также дрейфом свободных носителей заряда.
3. Несамостоятельная электропроводность газообразного диэлектрика осуществляется за счет носителей заряда, которые образуются в результате:

1. диссоциации нейтральных молекул газа;
2. ионизации, вызванной внешними энергетическими воздействиями;
3. взаимного соударения нейтральных молекул газа;
4. столкновений свободных электронов с молекулами газа.

4. Какие виды потерь относятся к диэлектрическим потерям при постоянном напряжении?

1. Потери на электропроводность.
2. Потери на гистерезис.
3. Потери на вихревые токи.
4. Потери на последствие

5. Дать определение понятию «диэлектрические потери».

1. Электрическая мощность, затрачиваемая на нагрев диэлектрика, находящегося в электрическом поле.

2. Механическая мощность, затрачиваемая на нагрев диэлектрика.

3. Энергия электрического поля, в которое помещен диэлектрик.

4. Ток сквозной проводимости, обусловленный электропроводностью.

6. Какая схема замещения используется в качестве эквивалентной схемы реального диэлектрика с потерями?

1. Параллельная.
2. Последовательная.
3. Параллельно – последовательная.
4. Все выше перечисленные.

7. Выберите формулу для расчета мощности диэлектрических потерь при последовательной схеме замещения диэлектрика.

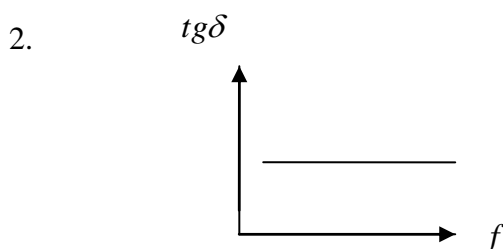
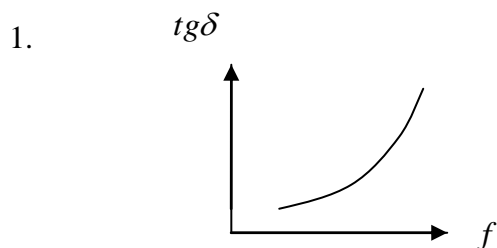
1. $P_a = 1/\omega CR$.

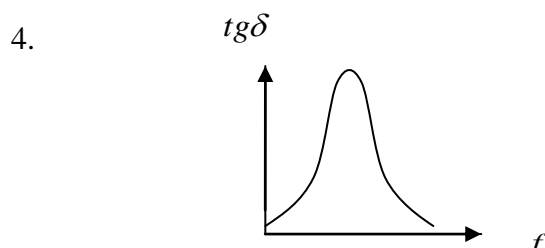
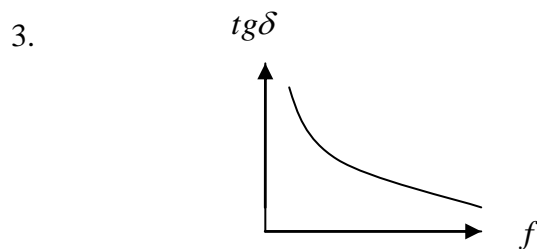
2. $P_a = U^2 \omega C \operatorname{tg} \delta$.

3. $P_a = \omega CR$.

4. $P_a = \frac{U^2 \omega C \operatorname{tg} \delta}{1 + \operatorname{tg}^2 \delta}$.

8. Выберите график частотной зависимости $\operatorname{tg} \delta$ при наличии потерь на электропроводность .





9. Чему равен тангенс угла диэлектрических потерь фторопласта?

1. 0,0001
2. 1
3. 100
4. -10

10. Назовите основные применения диэлектрических материалов.

1. Усиление магнитного потока.
2. Изоляция компонентов.
3. Создание скользящих и разрывных контактов.
4. Создание емкости конденсатора.

11. По каким признакам различаются агрегатные состояния материалов?

1. По типу химической связи.
2. По расстоянию между атомами, определяемому соотношением потенциальной энергии взаимодействия атомов с кинетической энергией их теплового движения.
3. По количеству атомов в молекуле.
4. По всем указанным признакам.

12. Ток абсорбции обусловлен:

1. упорядоченным движением электронов;
2. релаксационными видами поляризации, перераспределением свободных носителей в объеме диэлектрика и захватом носителей заряда на ловушки;
3. движением электронов под действием силы Лоренца;
4. хаотическим тепловым движением связанных зарядов под действием внешнего электрического поля.

13. Какие частицы являются носителями заряда в газообразных диэлектриках:

1. положительные ионы и дырки;
2. электроны;
3. ионы и электроны;
4. протоны и нейтроны.

14. Несамостоятельная электропроводность газообразного диэлектрика осуществляется за счет носителей заряда, которые образуются в результате:

1. диссоциации нейтральных молекул газа;

2. ионизации, вызванной внешними энергетическими воздействиями;
3. взаимного соударения нейтральных молекул газа;
4. столкновений свободных электронов с молекулами газа.

15. Дать определение понятию «угол диэлектрических потерь».

1. Угол, дополняющий до 90 градусов угол сдвига фаз между током и напряжением в ёмкостной цепи.
2. Угол сдвига фаз между током и напряжением.
3. Угол между активной и реактивной составляющими тока в ёмкостной цепи.
4. Угол между активной и реактивной составляющими напряжения в ёмкостной цепи.

6. Выберите формулу расчета $\operatorname{tg} \delta$ для параллельной схемы замещения диэлектрика

1. $\operatorname{tg} \delta = 1 / \omega C R$
2. $\operatorname{tg} \delta = U^2 \omega C \operatorname{tg} \delta$
3. $\operatorname{tg} \delta = \omega C R$
4. $\operatorname{tg} \delta = \frac{U^2 \omega C \operatorname{tg} \delta}{1 + \operatorname{tg}^2 \delta}$

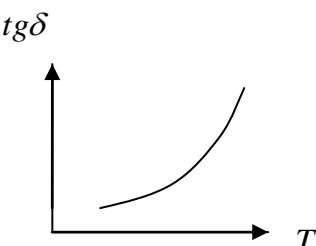

7. Выберите формулу расчета мощности диэлектрических потерь для параллельной схемы замещения диэлектрика.

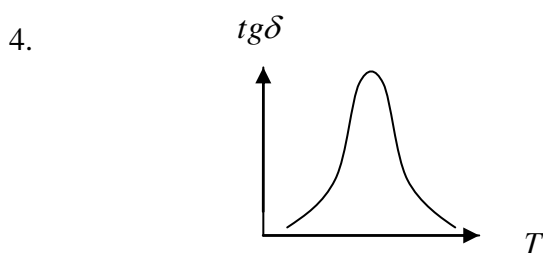
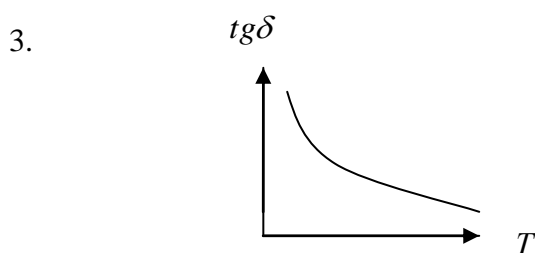
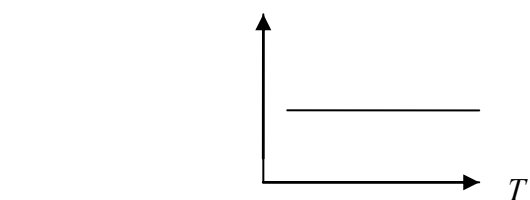
1. $P_a = 1 / \omega C R$
2. $P_a = U^2 \omega C \operatorname{tg} \delta$
3. $P_a = \omega C R$
4. $P_a = \frac{U^2 \omega C \operatorname{tg} \delta}{1 + \operatorname{tg}^2 \delta}$

8. Какие виды потерь относятся к диэлектрическим потерям?

1. Потери на электропроводность.
2. Потери на замедленные виды поляризации.
3. Потери на магнитное последствие.
4. Пункт 1 и 2.

9. Выберите график температурной зависимости $\operatorname{tg} \delta$ на электропроводность .

1. 
2. 



10. Чему равен тангенс угла диэлектрических потерь текстолита?

1. 0,1-0,15
2. 1
3. 100
4. -10

11. Физическая модель образования энергетических зон твердого тела.

1. Снятие вырождения путем расщепления дискретных энергетических уровней изолированного атома в зоны при сближении атомов и образовании твердого тела.
2. Корпускулярно-волновой дуализм микрочастиц.
3. Определенный набор квантовых чисел.
4. Специфическая структура материала.

12. Основные типы материалов приборостроения при классификации по электрическим свойствам.

1. Сильномагнитные и слабомагнитные.
2. Проводники, полупроводники, диэлектрики.
3. Металлы, сплавы и диэлектрики.
4. Диамагнетики и парамагнетики.

13. Какие частицы являются носителями заряда в жидких диэлектриках:

1. положительные и отрицательные ионы, электроны и коллоидные частицы;
2. протоны;
3. электроны и дырки;
4. позитроны.

14. Относительная диэлектрическая проницаемость – это:

1. отношение тока проводимости к току смещения диэлектрика
2. отношение заряда конденсатора с диэлектриком между обкладками к заряду конденсатора, между обкладками которого находится вакуум;
3. параметр, характеризующий электрическую прочность диэлектрика;
4. параметр, характеризующий магнитные свойства материала.

15. Назовите основные механизмы пробоя газообразных диэлектриков.

1. Ионизационный и поляризационный.
2. Лавинный и лавинно-стримерный.
3. Электрический и электромеханический.
4. Поверхностный и электротепловой.

16. Самостоятельная электропроводность газа связана с процессами

1. ударной ионизации и фотоионизации;
2. генерации электронов из валентной зоны;
3. упорядоченного движения электронов в магнитном поле;
4. поляризации и деполяризации.

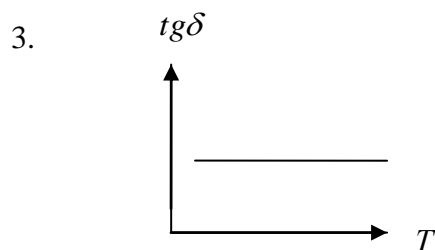
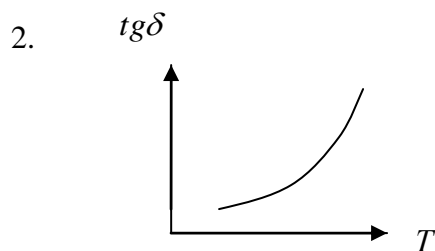
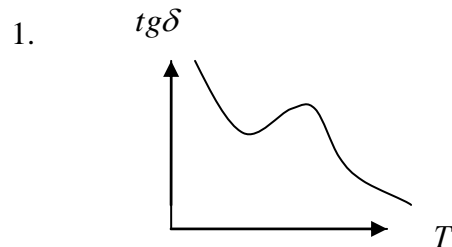
17. Ток абсорбции твердого диэлектрика обусловлен:

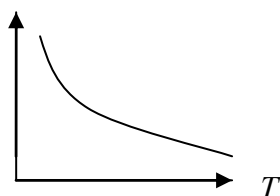
1. упорядоченным движением электронов;
2. релаксационными видами поляризации, перераспределением свободных носителей в объеме диэлектрика и захватом носителей заряда на ловушки;
3. движением электронов под действием силы Лоренца;
4. хаотическим тепловым движением связанных зарядов под действием внешнего электрического поля.

18. Чему равен тангенс угла диэлектрических потерь полиэтилена?

1. 0,0001
2. 1
3. 100
4. -10

19. Выберите график температурной зависимости $\operatorname{tg}\delta$ для неполярного диэлектрика





20. Какие виды потерь относятся к диэлектрическим потерям при постоянном напряжении?

1. Потери на электропроводность.
2. Потери на гистерезис.
3. Потери на вихревые токи.
4. Потери, связанные с замедленными видами поляризации.

21. Ток абсорбции твердого диэлектрика обусловлен:

1. упорядоченным движением электронов;
2. релаксационными видами поляризации, перераспределением свободных носителей в объеме диэлектрика и захватом носителей заряда на ловушки;
3. движением электронов под действием силы Лоренца;
4. хаотическим тепловым движением связанных зарядов под действием внешнего электрического поля.

22. Какие частицы являются носителями заряда в газообразных диэлектриках:

1. положительные ионы и дырки;
2. электроны;
3. ионы и электроны;
4. протоны и нейтроны.

23. Дать определение понятию «диэлектрические потери».

1. Электрическая мощность, затрачиваемая на нагрев диэлектрика, находящегося в электрическом поле.
2. Механическая мощность, затрачиваемая на нагрев диэлектрика.
3. Энергия электрического поля в которое помещен диэлектрик.
4. Ток сквозной проводимости, обусловленный электропроводностью.

24. Какие виды потерь относятся к диэлектрическим потерям при постоянном напряжении?

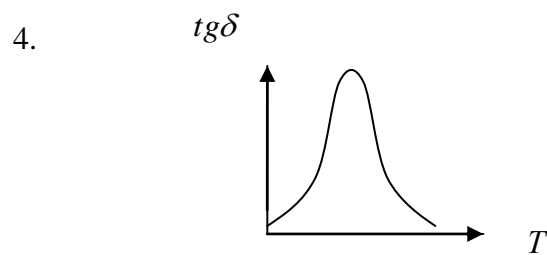
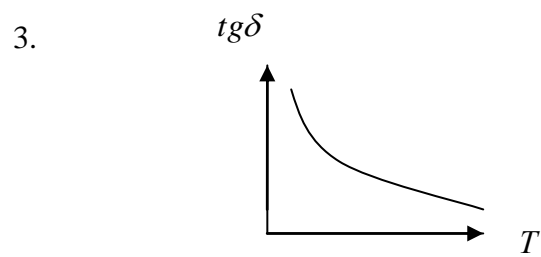
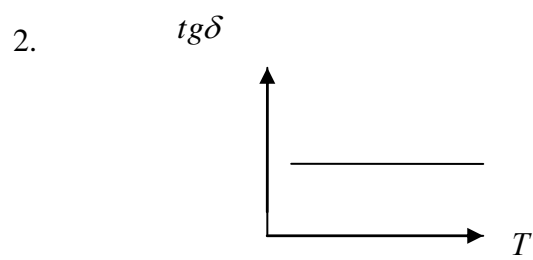
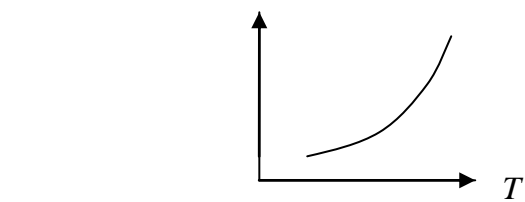
1. Потери на электропроводность.
2. Потери на гистерезис.
3. Потери на вихревые токи.
4. Потери, связанные с замедленными видами поляризации.

25. Назовите основные механизмы пробоя твердых диэлектриков.

1. Ионизационный и поляризационный.
2. Лавинный и лавинно-стримерный.
3. Электрический, электротепловой и электрохимический.
4. Параэлектрический и субэлектрический.

26. Выберите график температурной зависимости $\text{tg}\delta$ на электропроводность .

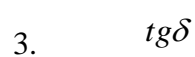
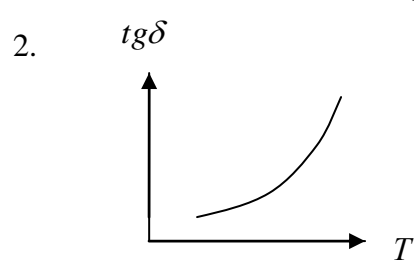
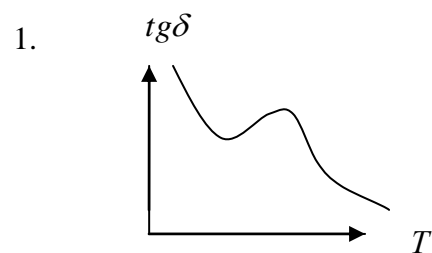
1. $\text{tg}\delta$

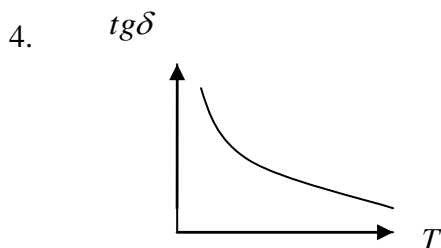
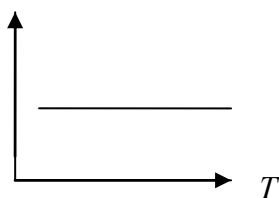


27. Относительная диэлектрическая проницаемость – это:

1. отношение тока проводимости к току смещения диэлектрика
2. отношение заряда конденсатора с диэлектриком между обкладками к заряду конденсатора, между обкладками которого находится вакуум;
3. параметр, характеризующий электрическую прочность диэлектрика;
4. параметр, характеризующий магнитные свойства материала.

28. Выберите график температурной зависимости $tg\delta$ для неполярного диэлектрика.





29. Выберите формулу расчета мощности потерь для последовательной схемы замещения диэлектрика.

1. $P_a = 1/\omega CR$

2. $P_a = U^2 \omega C \text{tg} \delta$

3. $P_a = \omega CR$

4. $P_a = \frac{U^2 \omega C \text{tg} \delta}{1 + \text{tg}^2 \delta}$

30. Чему равен тангенс угла диэлектрических потерь полистирола?

1. 0,0003

2. 1

3. 100

4. -10

11.1.2. Примерные темы курсовых работ для самостоятельной разработки, подготовки презентации и ее защиты

1. Активные диэлектрики. Сегнетоэлектрики
2. Активные диэлектрики. Пьезоэлектрики
3. Пироэлектрики. Пироэлектрический эффект
4. Электреты
5. Жидкие кристаллы
6. Магнитомягкие материалы
7. Магнитотвердые материалы
8. Зависимость теплоемкости, параметров кристаллической решетки, температуры фазовых переходов от размера частиц
9. Магнитные и ферромагнитные характеристики наноматериалов
10. Методы исследования и аттестации наноматериалов
11. Материалы и изделия нанофотоники
12. Молекулы-проводники и молекулы-изоляторы
13. Твердые растворы на основе соединений $A^{III}B^V$
14. Полупроводниковые соединения $A^{II}B^{VI}$ и ТРЗ на их основе
15. Влияние агрегатного состояния на электрические свойства веществ

11.1.3. Типовые вопросы (задания) для устного (письменного) опроса
ЛЕКЦИЯ «Свойства диэлектриков. Поляризация. Электрострикция»
ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ГРУППОВОГО ОБСУЖДЕНИЯ НА ЛЕКЦИОННЫХ
ЗАНЯТИЯХ:

1. Какими параметрами характеризуется способность диэлектриков пропускать электрический ток?
2. Какие типы электропроводности (по типу носителя заряда) возможны в диэлектриках? Охарактеризуйте каждый тип.
3. В чем состоит особенность электропроводности твердых, жидких и газообразных диэлектриков?
4. Как и почему влияет влажность на электропроводность твердых диэлектриков? Каковы способы борьбы с влиянием влажности?
5. Рассмотрите факторы, влияющие на поверхностную электропроводность диэлектриков.
6. Проанализируйте объемную и поверхностную электропроводности диэлектриков. Рассчитайте полное сопротивление кубика диэлектрика с ребром a , имеющего металлизированные противоположные грани.
7. Почему влага оказывает сильное влияние на электроизоляционные свойства твердых диэлектриков? Каковы пути уменьшения этого влияния?
8. Каким параметром оцениваются потери энергии в диэлектрике? Раскройте его смысл на основании анализа эквивалентных схем диэлектрика.
9. Как можно классифицировать диэлектрические потери в зависимости от причин, которые их вызывают? Охарактеризуйте каждую группу.
10. Какова природа релаксационных потерь энергии в диэлектрике? В каких диэлектриках и при каких условиях важную роль играют потери на ионизацию?
11. Рассмотрите особенности диэлектрических потерь в твердых, жидких и газообразных диэлектриках.
12. Каков механизм пробоя газообразного диэлектрика?
13. Какие механизмы пробоя возможны в твердых диэлектриках? Охарактеризуйте каждый механизм.
14. Рассмотрите тепловой пробой твердого диэлектрика?
15. Какие факторы и как влияют на электрическую прочность газообразного диэлектрика?
16. Рассмотрите основные тепловые свойства диэлектриков.
17. Почему влага ухудшает электроизоляционные свойства диэлектриков?

11.1.4. Типовые вопросы (задания) для контрольных работ по темам курса
Задача 1

Рассчитать удельные диэлектрические потери в плоском конденсаторе с пленочным диэлектриком, имеющим диэлектрическую проницаемость ϵ , тангенс угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg}\delta$ и толщину h , если на конденсатор подано напряжение U частотой f . Исходные данные для расчета в таблице.

ξ	Материал	$\operatorname{tg}\delta \times 10^{-4}$	$h \cdot 10^{-6}$	$U, \text{ В}$	$F \cdot 10^6, \text{ Гц}$
2.6	Полистирол	3.0	20	15	2.0

ξ	Материал	$tg\delta \times 10^{-4}$	$h \cdot 10^{-6}$	$U, В$	$F \cdot 10^6, Гц$
3.2	Полиэтилентерефталат	45	50	18	1.5
3.0	Поликарбонат	10	40	14	2.0
2.3	Полипропилен	5.0	10	12	1.0
2.2	Полиэтилен	4.5	15	50	4.0
3.3	Полиарилат	47	45	20	0.5
2.2	Политетрафторэтилен	2.0	5.0	70	7.5
3.6	Триацетат целлюлозы	60	60	35	3.0
2.7	Полифениленоксид	5.0	25	40	8.0
12	цианэтилцеллюлоза	180	80	10	0.1

Задача 2.

Пластина из ситалла в форме параллелепипеда со сторонами a и b и толщиной c используется в качестве подложки микросхемы. Рассчитать величину тока утечки, протекающего через диэлектрик при напряжении U , если местом приложения электродов считать большие основания параллелепипеда. Исходные данные для расчета в таблице.

ξ	Материал	$tg\delta \times 10^{-4}$	$h \cdot 10^{-6}$	$U, В$	$F \cdot 10^6, Гц$
2.6	Полистирол	3.0	20	15	2.0
3.2	Полиэтилентерефталат	45	50	18	1.5
3.0	Поликарбонат	10	40	14	2.0
2.3	Полипропилен	5.0	10	12	1.0
2.2	Полиэтилен	4.5	15	50	4.0

3.3	Полиарилат	47	45	20	0.5
2.2	Политетрафторэтилен	2.0	5.0	70	7.5
3.6	Триацетат целлюлозы	60	60	35	3.0
2.7	Полифениленоксид	5.0	25	40	8.0
12	Цианэтилцеллюлоза	180	80	10	0.1

Задача 3.

Один из спаев термопары помещен в нагретую зону с температурой T_1 , а второй спай находится при температуре T_2 . при этом прибор показывает термоЭДС, равную U . Чему будет равна термоЭДС, если второй спай будет находиться при температуре T_2' ? Исходные данные для расчета в таблице.

$T_1, ^\circ\text{C}$	$T_2, ^\circ\text{C}$	$U, \text{мВ}$	$T_2', ^\circ\text{C}$
150	20	1.5	15
120	25	1.2	10
100	22	1.8	0
125	20	0.7	5
85	28	1.0	12
90	25	0.9	20
65	23	1.3	13
80	18	2.1	6
75	25	1.6	2
110	20	2.0	8

11.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Экзамен проводится в устной форме по всему материалу изучаемого курса «Материалы электронной техники»

Билет содержит 2 вопроса из разных тем курса.

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ПК-2: ИПК-2.1, ИПК-2.2)

1. Классификация материалов по агрегатному состоянию, строению, типу химической связи, электрическим свойствам.
2. Образование энергетических зон в твердом теле.

3. Энергетические зонные диаграммы проводников, полупроводников, диэлектриков.
4. Классификация и свойства металлов и сплавов. Строение и свойства металлов и сплавов.
5. Основные типы сплавов, технологические методы получения.
6. Особенности электропроводности металлов и сплавов, зависимость от температуры, концентрации компонентов.
7. Природа сверхпроводимости, основные свойства сверхпроводников
8. Применение сверхпроводниковых материалов.
9. Применение проводниковых материалов (металлов и сплавов) в электронной технике.
10. Физическая природа электропроводности твердых диэлектриков, ее зависимость от температуры, зависимость тока диэлектрика от времени приложения электрического поля.
11. Особенности электропроводности жидких и газообразных диэлектриков.
12. Механизмы поляризации диэлектриков. Относительная диэлектрическая проницаемость.
13. Частотная и температурная зависимости относительной диэлектрической проницаемости полярных и неполярных диэлектриков.
14. Классификация диэлектриков по особенностям поляризации (полярные, неполярные, линейные, нелинейные).
15. Физическая природа спонтанной поляризации и свойства сегнетоэлектриков.
16. Применение сегнетоэлектриков в радиоэлектронике. Характеристики диэлектрических потерь в постоянном и переменном электрическом поле.
17. Последовательная и параллельная схема замещения конденсатора с реальным диэлектриком.
18. Физические механизмы и виды диэлектрических потерь. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от температуры, частоты, напряженности электрического поля для полярных и неполярных диэлектриков.
19. Полный диэлектрический спектр.
20. Электрическая прочность диэлектриков и ее характеристики.
21. Особенности пробоя газообразных диэлектриков. Зависимость $E_{пр}$ от давления, формы электродов и расстояния между ними.
22. Особенности пробоя жидких диэлектриков.
23. Физическая природа и механизмы пробоя твердых диэлектриков. Влияние температуры, частоты электрического поля на $E_{пр}$ твердых диэлектриков.
24. Электротепловой пробой твердых диэлектриков. Расчет критического напряжения теплового пробоя.
25. Методы повышения электрической прочности диэлектриков.
26. Области применения газообразных диэлектриков.
27. Основные свойства, технология и применение жидких и твердеющих (лаки, компаунды) диэлектриков.
28. Технология, получения, применение термопластичных и термореактивных полимеров в радиоэлектронике.
29. Технология, получения, применение полимерных и композиционных материалов в электронной технике.
30. Технология, получения Свойства и области применения эластомеров.
31. Технология, получения Свойства и области применения материалов на основе волокон и слоистых пластиков.
32. Технология, получения Свойства и области применения электроизоляционных и медицинских стекол.

- 33. Технология, получения Свойства и области применения керамических материалов.
- 34. Области применения сегнетоэлектриков.
- 35. Области применения природных неорганических диэлектриков.
- 36. Классификация веществ по магнитным свойствам (диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, ферримагнетики, антиферромагнетики).
- 37. Основная кривая намагничивания и петля гистерезиса сильномагнитных материалов.
- 38. Зависимость магнитной проницаемости сильномагнитных материалов от температуры, частоты и напряженности магнитного поля.
- 39. Характеристики и виды потерь энергии магнитных материалов в переменном магнитном поле. Способы снижения потерь энергии.
- 40. Магнитомягкие материалы для постоянных и низкочастотных магнитных полей.
- 41. Технология, получения ферритов и магнитодиэлектриков. Магнитомягкие материалы для высоких и сверхвысоких частот.
- 42. Свойства и применение основных групп магнитотвердых материалов. Материалы для записи и хранения информации.
- 43. Применение магнитных материалов специализированного назначения.