



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
*Физический факультет*

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## *Материалы электронной техники*

Кафедра экспериментальной физики

Образовательная программа  
**11.03.04- Электроника и нанoeлектроника**

Профили подготовки:  
**Микроэлектроника и твердотельная электроника**

Уровень высшего образования  
**бакалавриат**

Форма обучения:  
**очная**

Статус дисциплины:  
**базовая**

Махачкала 2017г.


Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04- Электроника и наноэлектроника, профиль подготовки: микроэлектроника и твердотельная электроника (уровень: бакалавриата) – Приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 № 218.

Разработчик (и): кафедра экспериментальной физики, Офицерова Н.В., к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры экспериментальной физики от «31» марта 2017г., протокол № 8

Зав. кафедрой —  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «31» марта 2017г., протокол № 7.

Председатель —  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

«3» апреля 2017г.  Гасангаджиева А.Г.

## ***Аннотация рабочей программы дисциплины***

Дисциплина ***Материалы электронной техники*** входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению (специальности) ***11.03.04 Электроника и нанoeлектроника***.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой экспериментальной физики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с физическими процессами, происходящими в проводниках, полупроводниках и диэлектриках, а также рассматривает основные группы материалов, обладающими свойствами проводников, полупроводников и диэлектриков, и используемых в электронной технике с учетом их свойств.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

### ***Общекультурных:***

способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

### ***общепрофессиональных:***

способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);

способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5);

способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК-7);

### ***профессиональных:***

научно-исследовательская деятельность:

готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3);

производственно-технологическая деятельность:

способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8);

монтажно-наладочная деятельность:

готовностью к участию в монтаже, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов материалов и изделий электронной техники (ПК-14);

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, лабораторные занятия, контрольные работы, самостоятельная работа.*

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме *контрольных работ, тестирования, коллоквиума* и промежуточный контроль в форме *зачета, экзамена.*

Объем дисциплины 7 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
4	252	30	72	68	36	4	118 + 11	Зачет, экзамен

## 1. Цели освоения дисциплины

**Целями** освоения дисциплины *Материалы электронной техники* являются получение базовых знаний по материалам и элементам электронной техники, необходимые как для понимания физических процессов, протекающих в проводниках, полупроводниках, диэлектриках и магнитных материалах, так и для ориентации будущих инженеров в широком классе материалов электронной техники и умения применять их для заданной цели.

**Задачами** курса является изучение основных материалов электронной техники, их свойств и использования их для заданных целей. Рассмотрены основные физические явления в проводниках, полупроводниках, диэлектриках и магнетиках. Очерчен основной круг материалов как основных, так и вспомогательных, применяемых в электронной техники с учетом их свойств. Приведены также устройства и их использование с учетом явлений, происходящих в вышеупомянутых материалах...

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина *Материалы электронной техники* входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению (специальности) **11.04.03. Электроника и нанoeлектроника**.

Для освоения дисциплины необходимо знание всех курсов общей физики, математического анализа, дифференциальных уравнений. Кроме того для освоения данного курса полезны такие дисциплины как «Введение в физику полупроводников», «Метрология и стандартизация».

Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся для успешного освоения дисциплины:

### **Знать:**

1. Объектно-ориентированный подходы и основные понятия общей физики;
2. Основные понятия и уравнения математического анализа и дифференциальных уравнений;
3. Основные положения системы единиц СИ

**Уметь:**

1. Пользоваться ПК и обрабатывать экспериментальные результаты помощью компьютерных программ;
2. Ориентироваться в современной измерительной аппаратуре и использовать ее для получения информации о МЭТ;
3. Применять систему единиц СИ.

**3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .**

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
Общекультурные	- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);	<i>Знать:</i> основные правовые и этические нормы при оценке последствий своей профессиональной деятельности; <i>Уметь:</i> адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности в данной области знаний; <i>Владеть:</i> навыками к самоорганизации и самообразованию;
Общепрофессиональные	- способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2); - способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных (ОПК-5);	<i>Знать:</i> основные проблемы в данной предметной области, методы и средства их решения; <i>Уметь:</i> использовать результаты освоения материала, выбирать методы и средства их решения; <i>Владеть:</i> методами и способами самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности;
Профессиональные	- готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-3); - готовность к участию в монтаже, испытаниях и	<i>Знать:</i> физическую сущность процессов, протекающих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах при их применении в различных приборах и устройствах твердотельной электроники;

	сдаче в эксплуатацию опытных образцов материалов и изделий электронной техники (ПК-14);	<i>Уметь:</i> использовать физическую сущность процессов, происходящих в материалах электронной техники в различных областях техники; <i>Владеть:</i> навыками выбора и применения материалов электронной техники с учетом их особенностей и свойств для конкретных электронных устройств заданного назначения;
--	---	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
<b>Модуль 1. Проводниковые материалы</b>									
1	Введение	4	1	2		-	-		
2	Основные характеристики и классификация проводников	4	2-3	4	12	4	6	18	Самостоятельная работа
3	Проводящие и резистивные материалы	4	4-5	4	12	6	6	20	Самостоятельная работа
	<i>Итого по модулю 1:</i>	4		10	24	10	12	38	Контрольная работа
<b>Модуль 2 Полупроводниковые материалы</b>									
1	Электрофизические свойства полупроводников	4	6-7	4	12	6	6	20	Самостоятельная работа
2	Полупроводниковые материалы	4	8-10	6	12	6	6	20	Самостоятельная работа
	<i>Итого по модулю 2:</i>	4		10	24	12	12	40	Контрольная работа
<b>Модуль 3 Диэлектрические материалы</b>									
1	Основные физические процессы в диэлектриках	4	11-12	2	8	4	4	10	Самостоятельная работа

2	Пассивные диэлектрики	4	13	4	6	4	4	15	Самостоятельная работа
3	Активные диэлектрики и элементы функциональной электроники	4	14-15	4	6	2	4	15	Самостоятельная работа
	<i>Итого по модулю 3</i>	4		10	20	10	12	40	Контрольная работа
	<b>ИТОГО:</b>			30	68	32	36	118	Зачет, экзамен

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### Лекции

#### **Модуль 1.**

#### **Введение**

Основные этапы развития электроники. Роль материалов в развитии элементной базы электронной техники. Повышение эффективности и надежности работы электронной аппаратуры, основные направления ее миниатюризации. Соотношение между дискретными и интегральными компонентами.

#### **Тема 1. Основные характеристики и классификация проводников**

Представление зонной теории твердого тела. Природа электропроводности металлов. Температурная зависимость удельного сопротивления. Влияние примесей и дефектов структуры на удельную проводимость металлов. Электрические свойства металлических сплавов и тонких пленок. Сопротивление проводников на высоких частотах. Контактные явления и термо-э.д.с. Явление сверхпроводимости. Критические параметры сверхпроводников. Классификация проводников по составу, свойствам и техническому назначению.

#### **Тема 2. Проводящие и резистивные материалы**

Металлы высокой проводимости и контактные материалы. Сплавы высокого сопротивления. Резистивные металлические пленки. Припой. Тугоплавкие металлы. Электривакуумные сплавы. Неметаллические проводящие материалы. Сверхпроводящие металлы и сплавы. Применение сверхпроводников и элементы криоэлектроники. Оксидные высокотемпературные сверхпроводники.

#### **Модуль 2.**

#### **Тема 3. Электрофизические свойства полупроводников**

Собственный полупроводник и собственная электропроводность. Влияние примесей на электрические свойства полупроводников. Механизмы рассеяния носителей заряда. Температурная зависимость проводимости. Неравновесные состояния в полупроводниках, механизмы и параметры рекомбинации. Оптические и фотоэлектрические свойства полупроводников. Эффект Холла и термоэлектрические явления. Электропроводность в сильном электрическом поле.

#### **Тема 4. Полупроводниковые материалы**

Классификация полупроводниковых материалов по составу, внутреннему строению и свойствам. Кремний и германий: химические связи; кристаллическое строение; особенности зонной структуры; основные физико-химические, электрические и оптические свойства, поведение примесей. Примеры реализации полупроводниковых структур в приборах и устройствах электроники. Поликристаллический кремний, управление свойствами, применение в интегральных микросхемах. Гидрогенизированный аморфный кремний. Особенности энергетического спектра, электрические и оптические свойства. Методы получения и применение в фотоэлектрических преобразователях.

Полупроводниковые соединения типа  $A^3B^5$ : особенности химической связи и внутреннего строения. Основные физико-химические, электрические и оптические свойства, закономерности их изменения. Поведение примесей и дефектов структуры. Перспективные применения в электронике.

Полупроводниковые соединения  $A^2B^6$ ,  $A^4B^6$ , карбид кремния. Явления самокомпенсации и политипизма.

Изовалентные твердые растворы. Критерии неограниченной растворимости. Закономерности изменения свойств от состава. Многокомпонентные системы. Изопериодные гетероструктуры и их применение в приборах оптоэлектроники.

### ***Модуль 3.***

#### ***Тема 5. Основные физические процессы в диэлектриках***

Поляризация диэлектриков, их классификация по видам поляризации. Влияние внешних факторов на диэлектрическую проницаемость материалов. Линейные и нелинейные диэлектрики. Электропроводность диэлектриков. Сопротивление изоляции. Влияние примесей, температуры и влажности окружающей среды на объемную и поверхностную проводимость твердых диэлектриков. Виды диэлектрических потерь. Основные характеристики потерь и их зависимость от условий эксплуатации материалов. Пробой диэлектриков. Понятие об электрической прочности. Механизмы пробоя газов, жидкостей и твердых диэлектриков. Поверхностный разряд. Электрическая прочность тонких пленок.

#### ***Тема 6. Пассивные диэлектрики***

Классификация диэлектриков по свойствам и техническому назначению. Диэлектрические полимеры и композиции на их основе. Неорганические стекла, зависимость свойств от состава. Основные этапы технологического цикла. Электровакуумные, установочные, оптические и лазерные стекла. Стекланные волокна и волоконные кабели. Стеклокристаллические материалы. Керамические диэлектрики. Состав и структура керамических материалов, основные операции порошковой металлургии. Установочная и конденсаторная керамика.

#### ***Тема 7. Активные диэлектрики и элементы функциональной электроники***



Классификация активных диэлектриков и элементов на их основе. Сегнетоэлектрики, особенности строения, диэлектрический гистерезис, природа спонтанной поляризации. Нелинейные диэлектрические элементы.

Пьезоэффект и пьезоэлектрические материалы. Пьезоэлектрические резонаторы и фильтры. Элементы акустоэлектроники. Пироэффект и пироэлектрические материалы. Тепловые приемники излучения. Электреты. Способы получения электретного состояния. Применение электретных преобразователей. Жидкие кристаллы, особенности их строения, классификация по типу мезофазы. Термооптические и электрооптические эффекты. Применение в устройствах отображения информации. Диэлектрики для твердотельных лазеров.

### ***Заключение***

Основные тенденции и направления дальнейшего развития электронного материаловедения и элементной базы электронной техники. Пути повышения надежности и качества электронной аппаратуры. Влияние эволюции элементной базы на конструкцию, технологию изготовления и потребительские свойства электронных приборов и устройств.

### **Темы практических и семинарских занятий**

№ п/п	Название раздела	Название темы (практическое занятие)	Литература
1	Проводники	1. Природа электропроводности металлов 2. Температурная зависимость удельного сопротивления проводников 3. Электрические свойства металлов и сплавов 4. Тонкие металлические пленки	[1 -4] Основной литературы
2	Проводящие и резистивные материалы	1. Материалы высокой проводимости. 2. Сплавы высокой проводимости и сплавы для термопар. 3. Сверхпроводники. 4. Тугоплавкие материалы 4. Неметаллические проводящие материалы	[1 -4] Основной литературы
3	Электрофизические свойства полупроводников	1. Собственный и примесный полупроводник. 2. Температурная зависимость концентрации носителей заряда и проводимости. 3. Оптические свойства полупроводников. 4. Эффект Холла.	[1 -4] Основной литературы
4	Полупроводниковые материалы	1. Кремний и германий. 2. Карбид кремния 3. Полупроводниковые соединения типа $A^3B^5$ :	[1 -4] Основной литературы

		4. Полупроводниковые соединения $A^2B^6$ , $A^4B^6$ .	
5	Основные физические процессы в диэлектриках	1. Поляризация диэлектриков, их классификация по видам поляризации. 2. Электропроводность диэлектриков. 3. Диэлектрические потери. 4. Пробой диэлектриков.	[1 -4] Основной литературы
6	Пассивные диэлектрики	Классификация диэлектриков по свойствам и техническому назначению. Диэлектрические полимеры и композиции на их основе. Неорганические стекла, зависимость свойств от состава. Основные этапы технологического цикла. Электровакуумные, установочные, оптические и лазерные стекла. Стекланные волокна и волоконные кабели. Стеклокристаллические материалы. Керамические диэлектрики. Состав и структура керамических материалов, основные операции порошковой металлургии. Установочная и конденсаторная керамика.	[1 -4] Основной литературы
7	Активные диэлектрики и элементы функциональной электроники	1. Сегнетоэлектрики. 2. Пьезоэффект и пьезоэлектрические материалы. 3. Пироэффект и пироэлектрические материалы. 4. Электреты. Жидкие кристаллы.	[1 -4] Основной литературы

## 5. Образовательные технологии

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного и научного оборудования являются:

1. Информационные технологии.
2. Проблемное обучение.
3. Индивидуальное обучение.
4. Междисциплинарное обучение.
5. Опережающая самостоятельная работа.

Для достижения определенных компетенций при изучении дисциплины «Материалы электронной техники» используются следующие формы организации учебного процесса: лекция(информационная, проблемная,

лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), практическое занятие, семинар, лабораторные работы, самостоятельная работа, консультация. Допускаются комбинированные формы проведения занятий, такие как лекционно-практические занятия.

Преподаватель самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Интерактивное обучение – метод, в котором реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента в течение всего процесса обучения.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

1. самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
2. поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

### ***Промежуточный контроль.***

В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях;
- промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;
- выполнение итоговой контрольной работы по решению задач, охватывающих базовые вопросы курса: в конце семестра.

### ***Итоговый контроль.***

Зачет в конце 7 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

Изучать дисциплину рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе учебной дисциплины. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об изучаемых вопросах, а также отметить трудные и неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения, математические зависимости и выводы. Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки законов и основных понятий, новые

незнакомые термины и названия, формулы, уравнения, математические зависимости и их выводы, так как при записи материал значительно лучше усваивается и запоминается.

Предполагается самостоятельная работа студентов при подготовке к практическим и лабораторным занятиям, в первую очередь. Кроме того самостоятельная работа предполагает самоподготовку к контрольным работам, а также к экзамену. Самостоятельная работа должна проходить в 4 этапа:

1. Изучение рекомендованной литературы
2. Поиск в Интернете дополнительного материала
3. Подготовка к контрольной работе
4. Подготовка к экзамену

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных средств (контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, зачета; тесты и компьютерные тестирующие программы, примерную тематику рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся) для проведения текущего, промежуточного и итогового контроля успеваемости и промежуточной аттестации имеются на кафедре. Они также размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (по адресу: <http://edu.dgu.ru>), а также представлены в управление качества образования ДГУ.

Методические рекомендации преподавателям по разработке системы оценочных средств и технологий для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплинам (модулям) ООП (тематики докладов, рефератов и т.п.), а также для проведения промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) ООП (в форме зачетов, экзаменов, курсовых работ / проектов и т.п.) и практикам представлены в Положении «О модульно-рейтинговой системе обучения студентов Дагестанского государственного университета», утвержденном ученым Советом Даггосуниверситета.

Уровень освоения учебных дисциплин обучающимися определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки «отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОК-7	Знать - физическую сущность процессов, протекающих в материалах электронной техники и их применение в различных приборах и устройствах твердотельной электроники; - справочный аппарат по выбору требуемых компонентов электронной техники; - методы оценки основных свойств материалов электронной техники;	Устный опрос, письменный опрос, контрольная работа
ОПК – 2, ОПК – 5,	Уметь использовать специализированные знания в области компонентов электронной техники для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с направлением подготовки «Электроника и наноэлектроника»).	Письменный опрос
ПК- 3, ПК-14	Владеть методами количественного формулирования и применения полученных знаний в области материалов электронной техники. Иметь навыки исследования основных	Мини - конференция

	<p>характеристик материалов; выбора материалов для электронной аппаратуры заданного назначения с учетом допустимых нагрузок, влияния внешних факторов и стоимости; выбора компонентов для использования в электронной аппаратуре с учетом условий ее эксплуатации, конструкции и технологии изготовления</p>	
--	--	--

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ОК-7

Схема оценки уровня формирования компетенции «*способность к самоорганизации и самообразованию*» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовл - но	Хорошо	Отлично
Пороговый	Систематизированное представление о материалах электронной техники и их основных свойствах.	Ознакомлен с основными классами материалов электронной техники.	Показывает знание основных материалов электронной техники, их свойства и применение в конкретных ситуациях.	Демонстрирует четкие определения основных понятий и готовность к пониманию типовых подходов к применению материалов электронной техники.

ОПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции «*способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат*» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовл - но	Хорошо	Отлично
Пороговый	Возможность выявлять естественнонаучную сущность проблем и привлекать для их решения соответствующий физико-математический	Знать основные проблемы в данной предметной области средства их решения	Уметь использовать результаты освоения материала, выбирать методы и	Отлично знать и ориентироваться во всем многообразии материалов электронной техники, их

	аппарат		средства их решения	свойств и применения.
--	---------	--	------------------------	--------------------------

### ОПК-5

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовл - но	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление об основных приемах обработки и представления экспериментальных данных, касающихся свойств и применения МЭТ	Иметь представление об основных приемах обработки и представления экспериментальных данных	Знать основные приемы обработки экспериментальных данных и уметь их использовать	Отлично владеть и детально ориентироваться в основных методах обработки данных, полученных при изучении МЭТ

### ПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовл - но	Хорошо	Отлично
Пороговый	Возможность анализировать и систематизировать результаты изучения материалов электронной техники, их свойств и применения	Иметь представление об основных классах МЭТ, свойствах и их применении	Уметь использовать физическую сущность процессов, происходящих в МЭТ, а также их свойства	Использовать результаты освоения материала, выбирать МЭТ и средства их реализации в электронной технике

### ПК-14

Схема оценки уровня формирования компетенции «готовностью к участию в монтаже, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов материалов и изделий электронной техники» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовл-но	Хорошо	Отлично
Пороговый	Представление о возможностях использования МЭТ в монтаже, испытаниях и сдаче в	Ознакомлен с основами использования материалов электронной	Показывает знание как применяется МЭТ в профессиональ	Имеет четкие представления об использовании МЭТ

	эксплуатацию изделий электронной техники.	техники в монтаже.	ной деятельности.	в монтаже, испытаниях и сдаче в эксплуатацию изделий электронной техники.
--	---	--------------------	-------------------	---

...

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### **Контрольные работы для промежуточного контроля по дисциплине «Материалы электронной техники».**

##### **Модуль 1.**

##### **Проводниковые материалы.**

##### **Вариант 1**

1. Природа электропроводности в металлах.
2. Какие основные виды проводников электрического тока вам известны?
3. Почему металлические сплавы типа твердых растворов обладают более высоким удельным сопротивлением, нежели чистые компоненты, образующие сплав?
4. Назовите неметаллические проводниковые материалы и приведите примеры их применения в электронной технике.
5. Определить в каком из материалов - константане или никеле - влияние примесей сильнее сказывается на относительном изменении удельной проводимости.

##### **Вариант 2**

1. Неметаллические проводящие соединения.
2. Почему удельное сопротивление металлов увеличивается с повышением температуры?
3. Как влияет магнитное поле на критическую температуру перехода в состояние сверхпроводимости? Чем различаются сверхпроводники первого и второго рода?
4. Чем обусловлено широкое применение графита в электронной технике?
5. Определить вероятность заполнения электронами энергетического уровня в металле, расположенного на 10 кТ выше уровня Ферми?

##### **Вариант 3**

1. Температурная зависимость удельного сопротивления металлических проводников.
2. Как зависит удельное сопротивление тонких металлических пленок от их толщины и почему?
3. Как влияют примеси на удельное сопротивление металлов? Сформулируйте правило Матиссена.
4. Какие свойства меди обуславливают ее широкое применение в электронной технике? Что такое «водородная болезнь» меди?
5. Вычислить удельную теплопроводность меди при комнатной температуре по измеренному значению ее удельного сопротивления  $\rho = 0,017$  мкОм м.

##### **Вариант 4**

1. Электрические свойства тонких металлических пленок.
2. Как влияет температура на концентрацию свободных электронов в металле?
3. Какими преимуществами и недостатками по сравнению с медью обладает алюминий как проводниковый материал?



4. Какие металлы и в каких условиях могут переходить в состояние сверхпроводимости? Что является причиной образования куперовских пар?
5. Катушка из медной проволоки имеет сопротивление 10,8 Ом. Масса медной проволоки 0,3 кг. Определить длину и диаметр намотанной на катушку проволоки.

#### **Вариант 5**

1. Электрические свойства металлических сплавов.
2. Почему металлические сплавы типа твердых растворов обладают более высоким удельным сопротивлением, чем чистые компоненты, образующие сплав?
3. Существует ли принципиальное различие между электронами проводимости в полупроводниках (и металлах) и свободными электронами?
4. Каким образом обеспечиваются прочность и формоустойчивость вольфрамовых нитей и спиралей при высоких температурах эксплуатации?
5. К медной проволоке длиной 6 м и диаметром 0,56 мм приложено напряжение 0,1 В. Сколько электронов пройдет через поперечное сечение проводника за 10 с, если удельное сопротивление меди равно 0,017 мкОм м?

#### **Вариант 6**

1. Сплавы высокого сопротивления и сплавы для термопар.
2. Как влияет магнитное поле на критическую температуру перехода в состояние сверхпроводимости? Чем различаются сверхпроводники первого и второго рода?
3. Почему твердые растворы, в состав которых входят переходные металлы, обладают большей величиной остаточного сопротивления?
4. Что такое медь мягкая и медь твердая? Чем отличаются их свойства?
5. Определить максимальную частоту тепловых колебаний атомов в кристаллах алюминия, для которого температура Дебая  $\Theta_D=428\text{K}$ . Какую длину волны будет иметь фотон с эквивалентной энергией?

#### **Вариант 7**

1. Электрические свойства тонких металлических пленок.
2. Объясните, почему тонкие металлические пленки имеют отрицательный температурный коэффициент удельного сопротивления.
3. Какие металлы относят к тугоплавким? Какой из тугоплавких металлов обладает способностью поглощать газы?
4. Назовите неметаллические проводниковые материалы и приведите примеры их применения в электронной технике.
5. Определить температуру, при которой вероятность нахождения электрона с энергией 0,5 эВ выше уровня Ферми в металле равна 1 %.

#### **Вариант 8**

1. Материалы высокой проводимости. Медь.
2. Какие металлы и в каких условиях могут переходить в состояние сверхпроводимости? Что является причиной образования куперовских пар?
3. Как и почему изменяется удельное сопротивление металлов при механических воздействиях (сжатие, растяжение, изгиб, пластическая деформация)?
4. Чем обусловлено широкое применение тантала в конденсаторостроении?
5. Из никелевой ленты шириной 1 см и толщиной 1 мм необходимо изготовить шунт сопротивлением 0,4 Ом. Какой длины должна быть никелевая лента, если удельное сопротивление никеля 0,068 мкОм м?

#### **Вариант 9**

1. Материалы высокой проводимости. Алюминий.
2. Что называют температурным коэффициентом удельного сопротивления? Является ли он константой для данного материала?
3. Каков физический смысл уровня Ферми?

4. Как зависит удельное сопротивление тонких металлических пленок от их толщины и почему?
5. Определить критическую температуру перехода проводника в состояние сверхпроводимости, если размер энергетической щели  $2\Delta(0) = 2,2$  мэВ. Как изменится эта температура при воздействии внешнего магнитного поля?

#### **Вариант 10**

1. Сверхпроводники.
2. Как и почему изменяется удельное сопротивление металлов при механических воздействиях (сжатии, растяжении, изгиб, пластическая деформация)?
3. Как объяснить низкую теплоемкость электронного газа?
4. Какие материалы входят в состав контактола? Для каких целей используют контактолы в электронной технике?
5. При включении в электрическую цепь проводника диаметром 0,5 мм и длиной 43 мм разность потенциалов на концах проводника составила 2,4 В при токе 2 А, определить удельное сопротивление материала проводника?

### **Модуль 2.**

#### **Полупроводниковые материалы.**

##### **Вариант 1**

1. Неравновесные носители заряда. Механизмы рекомбинации в полупроводниках.
2. Карбид кремния.
3. Сколько электронов находится на уровне Ферми в собственном полупроводнике?
4. Какие полупроводниковые материалы используются в качестве люминофоров?
5. Определить подвижность и концентрацию электронов в кремнии n-типа, удельное сопротивление которого  $\rho = 1,8 \cdot 10^{-2}$  Ом м, а коэффициент Холла  $R_H = 2,1 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/Кл.

##### **Вариант 2**

1. Поглощение света в полупроводниках.
2. Полупроводниковые соединения типа  $A^4B^6$
3. При комнатной температуре средняя энергия тепловых колебаний атомов существенно меньше ширины запрещенной зоны полупроводников. Каким образом электроны из валентной зоны могут переходить в зону проводимости в собственном полупроводнике?
4. Какие материалы используются для изготовления инжекционных лазеров и светодиодов?
5. Определить максимальную ширину запрещенной зоны, которую может иметь полупроводник, используемый в качестве фотодетектора, если он должен быть чувствительным к излучению с длиной волны  $\lambda = 565$  нм.

##### **Вариант 3**

1. Температурная зависимость концентрации носителей заряда в полупроводниках.
2. Полупроводниковые соединения типа  $A^2B^6$
3. Основные признаки полупроводниковых материалов.
4. Какие примесные элементы дают в Si и Ge мелкие акцепторные и примесные уровни?
5. Вычислить диффузионную длину дырок в германии n-типа, если время жизни неосновных носителей заряда  $\tau_p = 10^{-4}$  с, а коэффициент диффузии  $D_p = 4,8 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>/с.

##### **Вариант 4**

1. Германий.
2. Эффект Холла.
3. Объясните, какая из дырок обладает большей энергией: в центре валентной зоны или у ее потолка.

4. В чем заключается отличие рекомбинационных ловушек от ловушек захвата? Как изменяется фотопроводимость полупроводников при увеличении числа рекомбинационных ловушек?
5. Эпитаксиальный слой n - GaAs имеет при комнатной температуре удельное сопротивление  $5 \cdot 10^{-3}$  Ом м. Определить концентрацию доноров в слое, если подвижность электронов  $0,8 \text{ м}^2/(\text{В с})$ .

#### **Вариант 5**

1. Кремний.
2. Температурная зависимость подвижности носителей заряда.
3. При каких условиях энергетические уровни примесей можно считать дискретными?
4. Как с помощью эффекта Холла определить тип проводимости полупроводника?
5. Удельное сопротивление антимионида индия с концентрацией дырок  $p = 10^{23} \text{ м}^{-3}$  при температуре 300К составляет  $3,5 \cdot 10^{-4}$  Ом м. Определить подвижность электронов и дырок, если их отношение  $\mu_n/\mu_p = 40$ , а собственная концентрация носителей заряда при этой температуре  $n_i = 2 \cdot 10^{22} \text{ м}^{-3}$ .

#### **Вариант 6**

1. Фотопроводимость полупроводников.
2. Карбид кремния.
3. Что такое собственный полупроводник? Может ли примесный полупроводник обладать собственной электропроводностью?
4. Назовите химические элементы, обладающие свойствами полупроводников. Какие из них имеют наибольшее применение?
5. Вычислить удельное сопротивление p-Ge с концентрацией дырок  $4 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$ . Найти отношение электронной проводимости к дырочной. Собственная концентрация носителей заряда  $2,1 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3}$ , подвижность электронов  $0,39 \text{ м}^2/(\text{В с})$ , дырок  $0,19 \text{ м}^2/(\text{В с})$ .

#### **Вариант 7**

1. Люминесценция в полупроводниках.
2. Полупроводниковые соединения типа  $A^2B^6$
3. Может ли проводимость полупроводника уменьшаться при повышении температуры?
4. Объясните, почему при одинаковом содержании примесей поликристаллический кремний обладает более высоким удельным сопротивлением, чем монокристаллический материал.
5. Определить удельное сопротивление полупроводника n-типа, если концентрация электронов проводимости в нем равна  $10^{22} \text{ м}^{-3}$ , а их подвижность  $0,5 \text{ м}^2/(\text{В с})$ .

#### **Вариант 8**

1. Полупроводниковые соединения типа  $A^3B^5$ .
2. Температурная зависимость концентрации носителей заряда в полупроводниках
3. Каким соотношением связаны между собой концентрации электронов и дырок в невырожденном полупроводнике при термодинамическом равновесии?
4. Существует ли принципиальное различие между электронами проводимости в полупроводниках (и металлах) и свободными электронами?
5. При напряженности электрического поля  $100 \text{ В/м}$  плотность тока через полупроводник  $6 \cdot 10^4 \text{ А/м}^2$ . Определить концентрацию электронов проводимости в полупроводнике, если их подвижность  $0,375 \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ . Дырочной составляющей пренебречь.

#### **Вариант 9**

1. Температурная зависимость проводимости в полупроводниках.
2. Кремний.

3. Назовите основные механизмы поглощения света в полупроводниках. Какие из них являются фотоактивными?
4. Почему у соединений типа  $A^2B^6$  возникают сложности с инверсией типа проводимости?
5. Концентрация электронов проводимости в полупроводнике равна  $10^{18} \text{ м}^{-3}$ . Определить концентрацию дырок в этом полупроводнике, если известно, что собственная концентрация носителей заряда при этой же температуре равна  $10^{16} \text{ м}^{-3}$ .

#### **Вариант 10**

1. Собственный и примесный полупроводник.
2. Полупроводниковые соединения типа  $A^4B^6$
3. Что понимают под фоторезистивным эффектом?
4. Каким типом электропроводности обладают полупроводники типа  $A^3B^5$ , легированные атомами элементов IV группы Периодической таблицы элементов?
5. Удельное сопротивление собственного кремния при 300 К равно 2000 Ом м, собственная концентрация носителей заряда  $n_i = 1,5 \cdot 10^{16} \text{ м}^{-3}$ . Чему равно при этой температуре удельное сопротивление кремния n-типа с концентрацией электронов  $n = 10^{20} \text{ м}^{-3}$ ? Полагать, что подвижность электронов три раза больше подвижности дырок и что это соотношение сохраняется как для собственного, так и для примесного полупроводника с заданной степенью легирования.

### **Модуль 3.**

#### **Диэлектрические материалы.**

##### **Вариант 1**

1. Пьезоэлектрики.
2. Что называют поляризацией диэлектрика? Какие виды поляризации можно считать мгновенными?
3. Укажите, какие требования предъявляются к диэлектрическим материалам, применяемым в высокочастотных конденсаторах. Какие из перечисленных материалов могут быть использованы для этих целей: кварцевое стекло, поливинилхлорид, сегнетокерамика, слюда, полистирол, лавсан, политетрафторэтилен, цельзиановая керамика.

##### **Вариант 2**

1. Поляризация диэлектриков. Виды поляризации.
2. Что такое прямой и обратный пьезоэффект? В каких диэлектриках можно наблюдать эти явления?
3. Почему ситаллы и силикатные стекла одинакового химического состава обладают разными электрическими, механическими и теплофизическими свойствами?

##### **Вариант 3**

1. Пироэлектрики.
2. Какие виды диэлектрических потерь вам известны?
3. Справедливо ли утверждение, что диэлектрики с гомеоплярной химической связью не обладают пьезоэффектом?

##### **Вариант 4**

1. Классификация и электропроводность диэлектриков.
2. Что называют сегнетоэлектрической точкой Кюри? В каких условиях сегнетоэлектрики проявляют пироэлектрические свойства?

3. Какие механизмы пробоя твердых диэлектриков вам известны? Каковы условия проявления каждого из них?

#### ***Вариант 5***

1. Потери в диэлектрике. Виды диэлектрических потерь.
2. Какая электрическая упорядоченность свойственна сегнетоэлектрикам? Как объяснить явление диэлектрического гистерезиса и нелинейность зависимости заряда от напряжения у сегнетоэлектриков?
3. Приведите примеры практического использования пьезоэффекта.

#### ***Вариант 6***

1. Сегнетоэлектрики.
2. В каких диэлектриках и при каких условиях существенную роль играют потери на ионизацию?
3. Что такое ситаллы? Чем отличаются термоситаллы от фотоситаллов?

#### ***Вариант 7***

1. Пробой в диэлектриках. Виды пробоя в твердых диэлектриках.
2. Что такое пирозлектрический эффект? Какие применения пирозлектриков вам известны?
3. Какие виды керамики вам известны и для каких целей они применяются?

#### ***Вариант 8***

1. Керамика.
2. Назовите наиболее важные применения сегнетоэлектриков.
3. Какие диэлектрики называют активными? Чем отличаются требования к активным и пассивным диэлектрикам?

#### ***Вариант 9***

1. Ситаллы.
2. В чем различие между ионной и ионно-релаксационной поляризацией? Что характеризует время релаксации и от каких факторов оно зависит?
3. Почему в диэлектриках не обнаруживается эффект Холла?

### ***Примерные тестовые задания по курсу «Материалы электронной техники»***

#### ***Модуль 1. Проводники***

##### ***Тема. Физические процессы в проводниках.***

1. Материалы, характеризующиеся определенными свойствами по отношению к электромагнитному полю и применяемые в технике с учетом этих свойств называют:
  - а) конструкционными
  - б) электронными
  - в) электротехническими
  - г) специального назначения
  - д) строительными
2. По поведению в электрическом поле материалы подразделяют на \_\_\_\_\_ материалы:
  - а) сильномагнитные
  - б) диэлектрические
  - в) полупроводниковые
  - г) слабомагнитные
  - д) проводниковые
3. К твердым проводникам относятся:

- а) некоторые модификации углерода
  - б) электролиты
  - в) контактолы
  - г) металлы
  - д) металлические сплавы
4. Электрические свойства тонких металлических пленок отличаются от обычных кристаллов из-за:
- а) величины диэлектрической проницаемости
  - б) размерных эффектов
  - в) различия структуры
  - г) наличия примесей и дефектов
  - д) разнообразия структурных характеристик
5. Сопротивление, обусловленное рассеянием электронов на статических дефектах структуры, называется \_\_\_\_\_ сопротивлением:
6. Правило Маттиссена описывается следующим выражением:

а)  $\alpha_\rho = \alpha_R + \alpha_I$

б)  $\alpha_\rho = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dT}$

в)  $\lambda_T / \sigma = L_0 T$

г)  $\Delta\rho = a + b(\Delta Z)^2$

д)  $\rho = \rho_m + \rho_{ост.}$

7. Установите соответствие между приведенными ниже соотношениями:

1.  $\rho = \rho_m + \rho_{ост.}$

2.  $\lambda_T / \sigma = L_0 T$

3.  $\Delta\rho = a + b(\Delta Z)^2$

4.  $\rho_{ост.} = C x_A x_B = C x_B (1 - x_B)$

5.  $\alpha_\rho = \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dT}$

и законами, которые они описывают

- а) правило Линде
  - б) закон Нордгейма
  - в) закон Видемана-Франца
  - г) правило Маттиссена
  - д) температурный коэффициент удельного сопротивления
8. Из никелевой ленты шириной 1 см и толщиной 1 мм необходимо изготовить шунт сопротивлением 0,4 Ом. Какой длины (в метрах) должна быть никелевая лента, если удельное сопротивление никеля 0,068 мкОм м?

**Тема. Проводниковые материалы.**

1. Проводящей модификацией углерода является \_\_\_\_\_.
2. К материалам высокой проводимости, в первую очередь, относятся:
- а) медь
  - б) серебро
  - в) золото
  - г) алюминий

- д) железо
3. Справедливо ли утверждение, что металлы, являющиеся наилучшими проводниками в нормальных условиях (золото, серебро, медь) не обладают сверхпроводимостью?
4. Определите принадлежность следующих проводниковых материалов:
1. Алюминий
  2. Серебро
  3. Вольфрам
  4. Нихром
  5. Хромель
- к соответствующим классам:
- а) благородные металлы
  - б) сплавы для термопар
  - в) сплавы высокого сопротивления
  - г) тугоплавкие металлы
  - д) материалы высокой проводимости
5. Сплавами высокого сопротивления называют проводниковые материалы с удельным сопротивлением в нормальных условиях:
- а) не менее  $0,3 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$
  - б) не более  $0,1 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$
  - в) свыше  $10^{-5} \text{ Ом} \cdot \text{м}$
  - г) не более  $0,3 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$
  - д) порядка  $1 \text{ кОм}$
6. Среди проводниковых материалов для создания ячеек памяти можно использовать:
- а) припой
  - б) тугоплавкие материалы
  - в) алюминий
  - г) сверхпроводники
  - д) нихромы
7. Омические контакты, контактные площадки и внутрисхемные соединения в ИМС преимущественно создаются на основе \_\_\_\_\_ (записать слово).
8. Высокая жаростойкость нихромов объясняется:
- а) близкими значениями температурных коэффициентов удельного сопротивления сплавов и их окисных пленок
  - б) равными значениями температурных коэффициентов линейного расширения сплавов и их окисных пленок
  - в) близкими значениями температурных коэффициентов линейного расширения сплавов и их окисных пленок
  - г) близкими значениями параметров решетки сплавов и их окисных пленок
  - д) близкими значениями составов сплавов и их окисных пленок

## **Модуль 2. Полупроводники**

### **Тема. Электрофизические свойства полупроводников**

1. Основные признаки полупроводников:
- а) положительный температурный коэффициент удельного сопротивления  $\alpha_\rho$
  - б) зависимость величины удельного сопротивления  $\rho$  от внешних воздействий
  - в) зависимость величины удельного сопротивления  $\rho$  от типа и количества примесей
  - г) способность к поляризации
  - д) отрицательный температурный коэффициент удельного сопротивления  $\alpha_\rho$
2. Собственный полупроводник – это полупроводник:
- а) электрофизические свойства которых определяются примесями

- б) с не очень широкой запрещенной зоной
  - в) в котором отсутствуют примеси
  - г) с большой шириной запрещенной зоны
  - д) в котором можно пренебречь влиянием примесей
3. Может ли примесный полупроводник обладать собственной электропроводностью? (ответить да или нет).
4. В собственном полупроводнике на уровне Ферми находится \_\_\_\_ электронов (указать цифру)
5. В полупроводнике большей энергией обладает дырка, которая находится:
- а) у потолка валентной зоны
  - б) в центре валентной зоны
  - в) в запрещенной зоне
  - г) у дна зоны проводимости
  - д) за пределами валентной зоны
6. Примеси, захватывающие электроны из валентной зоны полупроводника, называют \_\_\_\_\_.
7. В идеальном кристалле собственного полупроводника концентрация электронов ( $n$ ) и дырок ( $p$ ) находятся в соотношении:
- а)  $n = p$
  - б)  $n < p$
  - в)  $n > p$
  - г)  $n \neq p$
  - д)  $n \approx p$
8. В полупроводниках различают следующие механизмы рекомбинации:
- а) безизлучательная рекомбинация
  - б) рекомбинация через ловушки захвата
  - в) излучательная рекомбинация
  - г) межзонная рекомбинация
  - д) рекомбинация с участием ловушек
9. Фотоактивными механизмами поглощения света в полупроводнике являются:
- а) экситонное поглощение
  - б) собственное поглощение
  - в) поглощение света свободными носителями заряда
  - г) примесное поглощение
  - д) поглощение света кристаллической решеткой
10. С помощью эффект Холла можно определить такие параметры полупроводника как:
- а) подвижность носителей заряда
  - б) тип кристаллической структуры
  - в) тип химической связи
  - г) концентрацию носителей заряда
  - д) тип проводимости полупроводника
11. Ловушками в полупроводнике, определяющими процессы рекомбинации, являются:
- а) собственные атомы
  - б) неравновесные носители заряда
  - в) дефекты структуры
  - г) примеси
  - д) собственные ионы
12. Свободные носители зарядов, возникающие в результате тепловой генерации и находящиеся в термодинамическом равновесии с кристаллической решеткой, называют \_\_\_\_\_.
13. Установите соответствие между основными механизмами поглощения света:



1. собственное поглощение
  2. экситонное поглощение
  3. поглощение света носителями заряда
  4. примесное поглощение
  5. поглощение света кристаллической решеткой
- и процессами, которые при этом происходят:
- а) обусловлено переходами носителей зарядов с одного энергетического уровня на другой внутри энергетических зон под действием света
  - б) связано с ионизацией или возбуждением примесных атомов в кристаллической решетки
  - в) связано с образованием особых возбужденных состояний электронов валентной зоны (экситонов)
  - г) происходит в результате взаимодействия света с колеблющимися зарядами узлов кристаллической решетки
  - д) обусловлено переходами из валентной зоны в зону проводимости
14. Система из взаимосвязанных собственными электростатическими полями электрона и оставленной им дырки представляет собой \_\_\_\_\_
15. Для наблюдения люминесценции в полупроводниках должны происходить процессы в следующей последовательности:
- а) рекомбинация неравновесных носителей заряда
  - б) передача энергии полупроводнику (фотоны, электронный пучок, электрическое поле)
  - в) излучение кванта света
  - г) генерация неравновесных носителей заряда
16. Инжекционная электролюминесценция лежит в основе принципа действия:
- а) полупроводниковых лазеров
  - б) полупроводниковых диодов
  - в) биполярных транзисторов
  - г) светодиодов
  - д) датчиков Холла

***Тема. Полупроводниковые материалы***

1. Полупроводниковые приборы удовлетворительно работают в области
  - а) примесной проводимости
  - б) истощения примеси.
  - в) собственной проводимости
  - г) высоких температур
  - д) низких температур
2. Одним из элементов Периодической системы элементов, который в зависимости от аллотропной модификации может обладать как проводящими, так и полупроводящими свойствами, является \_\_\_\_\_ (записать название)
3. Для изготовления полупроводниковых приборов используют:
  - а) аморфные полупроводники
  - б) поликристаллические полупроводники
  - в) полимеры
  - г) магнитные полупроводники
  - д) монокристаллы
4. Среди полупроводниковых материалов наибольшее применение в электронной технике по совокупности электрофизических свойств, отработанности технологических процессов, количеству и номенклатуре выпускаемых приборов нашли:
  - а) Te
  - б) Se
  - в) Ga

- г) Ge  
д) Si
5. Основным полупроводниковым материалом для производства интегральных микросхем является \_\_\_\_\_.
6. Установите соответствие между следующими электронными устройствами
1. солнечные батареи
  2. генераторы Ганна
  3. люминофоры
  4. варисторы
  5. детекторы ИК - излучения
- и полупроводниковыми материалами, на основе которых они создаются:
- а) SiC  
б) типа  $A^2B^6$   
в) типа  $A^4B^6$   
г) Si  
д) типа  $A^3B^5$
7. Кристаллы кремния, имеющие р – тип проводимости, маркируются следующим образом К\_\_\_\_\_ (добавить недостающие буквы).
8. Монокристаллы германия, легированные галлием, маркируются как \_\_\_\_\_ (указать марку):
9. Варисторы – это нелинейные полупроводниковые резисторы, изготавливаемые на основе:
- а) кремния
  - б) карбида кремния
  - в) германия
  - г) арсенида галлия
  - д) сульфида кадмия
10. Следствием сильных химических связей между атомами кремния и углерода в карбиде кремния является:
- а) высокая хрупкость
  - б) устойчивость к воздействию агрессивных сред
  - в) большая электропроводность
  - г) высокая температурная стабильность
  - д) высокая твердость
11. Для полупроводниковых соединений  $A^3B^5$  характерен \_\_\_\_\_ тип связи:
- а) ковалентный
  - б) ионный
  - в) металлический
  - г) молекулярный
  - д) донорно – акцепторный
12. Установите соответствие между названием соединений типа  $A^3B^5$
1. Нитриды
  2. Антимониды
  3. Фосфиды
  4. Арсениды
- и элементом, от которого оно образовано:
- а) сурьма
  - б) мышьяк

- в) азот
- д) фосфор

13. Соединения типа  $A^3B^5$  представляют особый интерес для устройств:

- а) квантовой электроники
- б) микроэлектроники
- в) оптоэлектроники
- г) функциональной электроники
- д) акустоэлектроники

14. К полупроводниковым соединениям типа  $A^2B^6$  относят \_\_\_\_\_ цинка, кадмия и ртути:

15. Наиболее широко полупроводниковые соединения типа  $A^2B^6$  используются для создания:

- а) фотоэлементов
- б) люминофоров
- в) выпрямляющих диодов
- г) фоторезисторов
- д) полевых транзисторов

16. Определить удельное сопротивление полупроводника n – типа в Ом м, если концентрация электронов проводимости в нем равна  $10^{22} \text{ м}^{-3}$ , а их подвижность

$$\mu_n = 0,5 \text{ м}^2 / (\text{В} \cdot \text{с}) \text{ :}$$

- а)  $\rho = 1,25 \cdot 10^{-3}$
- б)  $\rho = 0,25 \cdot 10^{-3}$
- в)  $\rho = 1,25$
- г)  $\rho = 6,3 \cdot 10^{-8}$
- д)  $\rho = 1,25 \cdot 10^{-5}$

17. Концентрация электронов проводимости в полупроводнике равна  $n = 10^{18} \text{ м}^{-3}$ .

Определить концентрацию дырок в этом полупроводнике в  $\text{м}^{-3}$ , если известно, что собственная концентрация носителей заряда при этой же температуре равна

$$n = 10^{16} \text{ м}^{-3} \text{ :}$$

- а)  $p = 10^{18}$
- б)  $p = 10^{20}$
- в)  $p = 10^{16}$
- г)  $p = 10^{22}$
- д)  $p = 10^{14}$

### **Модуль 3. Диэлектрики**

#### **Тема. Основные физические процессы в диэлектриках**

1. Диэлектрическими потерями называют:

- д) электрическую мощность, затрачиваемую на нагрев диэлектрика в электрическом поле
  - а) электрическую мощность, затрачиваемую на нагрев диэлектрика
  - б) электрическую мощность, затрачиваемую на нагрев диэлектрика в магнитном поле
  - в) электрическую мощность, затрачиваемую на поляризацию
  - г) электрическую мощность, затрачиваемую на поляризацию в электрическом поле
2. К мгновенным видам поляризации можно отнести \_\_\_\_\_ поляризацию:
- а) электронную
  - б) спонтанную
  - в) миграционную
  - г) дипольную
  - д) ионную
3. В отсутствие внешнего электрического поля в некоторых диэлектриках наблюдается \_\_\_\_\_ поляризация.
4. При прочих равных условиях электрическая прочность выше:
- а) в толстом слое
  - б) в тонком слое
  - в) в однородном поле
  - г) в неоднородном поле
  - д) в объемном кристалле
5. Ионная поляризация связана:
- а) со смещением упругосвязанных ионов на расстояния, меньшие параметра решетки
  - б) со смещением упругосвязанных ионов на расстояния, большие параметра решетки
  - в) с поворотом дипольных молекул по направлению поля
  - г) со смещением электронов на расстояния, меньшие параметра решетки
  - д) со смещением электронов в пределах проводящих и полупроводящих включений
6. Установите принадлежность диэлектриков к тому или иному классу в зависимости от механизмов поляризации, которые в них наблюдаются:
1. обладают в основном электронной поляризацией
  2. имеют одновременно дипольно – релаксационную и электронную поляризацию
  3. диэлектрики с ионной, электронной, ионно - и электронно – релаксационными поляризациями
- а) неполярные диэлектрики
  - б) ионные соединения
  - в) полярные (дипольные) диэлектрики
7. Полная плотность тока в диэлектрике, называемого *током утечки*, представляет собой сумму плотностей:
- а) поляризационных токов
  - б) токов сквозной электропроводности
  - в) токов смещения
  - г) абсорбционных токов
  - д) паразитных токов
8. В случае идеального диэлектрика угол диэлектрических потерь в емкостной цепи равен (записать цифру):
9. Минимальное, приложенное к диэлектрику напряжение, приводящее к его пробою, называют \_\_\_\_\_.
10. Диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$  кристаллического кварца на частоте 1 МГц равна 4,5, а показатель преломления света в видимой области спектра  $n = 1,55$ . Можно ли данный диэлектрик отнести к группе неполярных веществ? (ответить да или нет):
11. На поверхности диэлектрика параллельно друг другу расположены два ножевых электрода. Расстояние между электродами  $b = 2$  мм, их ширина  $h = 10$  мм. Чему равно

удельное поверхностное сопротивление диэлектрика, если сопротивление между электродами 5 МОм?:

- а) 450 МОм
- б) 100 МОм
- в) 50 МОм
- г) 25 МОм
- д) 250 МОм

12 Пленка поливинилхлорида при электрическом пробое разрушается при напряжении 1,5 кВ. Определить толщину пленки в мкм, если ее электрическая прочность равна 50 МВ/м.

**Тема. Диэлектрические материалы**

**Раздел. Пассивные диэлектрики.**

1. В качестве подложек для ИМС используют следующие диэлектрические материалы:
  - а) сегнетоэлектрики
  - б) электреты
  - в) ситаллы
  - г) керамику
  - д) стекла
2. Ситаллами называют:
  - а) все диэлектрики
  - б) керамические материалы
  - в) проводящие материалы
  - г) стеклокристаллические материалы
  - д) кристаллические материалы
3. Слоистый пластик, получаемый горячей прессовкой бумаги, пропитанной фенол – формальдегидной смолой или другими смолами этого же типа называется:
4. Установите соответствие между слоистыми пластиками:
  1. Стеклотекстолит
  2. Гетинакс
  3. Текстолит
  4. Асбестотекстолити сырьем, из которого они производятся:
  - а) бумага
  - б) асбестовая ткань
  - в) хлопчатобумажная ткань
  - д) стеклоткань
5. Расположите диэлектрические материалы, используемые в электронной технике, по мере упорядочения их структуры:
  - а) стекла
  - б) ситаллы
  - в) ионные соединения
  - г) керамика
  - д) полимеры
6. При изготовлении любого керамического изделия общей технологической операцией является:
  - а) измельчение компонентов
  - б) высокотемпературный отжиг
  - в) низкотемпературный отжиг
  - г) варка
  - д) формование
7. Керамика на основе окиси бериллия, применяемая в качестве подложек для ИМС, получила название\_\_\_\_\_.

8. Установочная керамика используется для создания:
- а) конденсаторов
  - б) различных изоляторов
  - в) ячеек памяти
  - г) подложек ИМС
  - д) оснований электрических печей
9. Установите принадлежность следующих пассивных диэлектриков:
1. Кварцевое стекло
  2. Гетинакс
  3. Брокерит
  4. Тиконды
  5. Фотоситаллы
- к следующим классам:
- а) конденсаторная керамика
  - б) установочная керамика
  - в) неорганические стекла
  - г) ситаллы
  - д) слоистые пластики
10. Керамические материалы, относящиеся к диэлектрикам, по техническому назначению можно подразделить на:
- а) установочные
  - б) электроизоляционные
  - в) высокочастотные
  - г) низкочастотные
  - д) конденсаторные

### ***Раздел 2. Активные диэлектрики***

1. К числу активных диэлектриков относятся:
- а) керамика
  - б) ситаллы
  - в) сегнетоэлектрики
  - г) пьезоэлектрики
  - д) пироэлектрики
2. Для генерации УЗ – колебаний, микрофонов, телефонов, слуховых аппаратов, устройств поджига используют:
- а) сегнетоэлектрики
  - б) пьезоэлектрики
  - в) керамику
  - г) стекло, полимеры
  - д) пироэлектрики
3. Вещества, обладающие спонтанной поляризацией, направление которой может быть изменено с помощью внешнего электрического поля называются \_\_\_\_\_.
4. Справедливо ли утверждение, что кристалл сегнетоэлектрика может состоять из одного домена, если размеры кристалла малы? (ответить да или нет).
5. Установите соответствие между следующими активными диэлектриками:
1. Сегнетоэлектрики
  2. Пьезоэлектрики
  3. Пироэлектрики
  4. Электреты.
- и свойствами, которыми они характеризуются:
- а) изменяют спонтанную поляризованность при изменении температуры;
  - б) обладают свойством длительно сохранять поляризацию;
  - в) обладают свойством поляризоваться под действием механических напряжений;

- г) характеризуются нелинейным изменением поляризованности при воздействии электрического поля;
6. Среди сегнетоэлектриков по своей научной значимости и техническому применению ведущее место занимает
- а) ниобат калия
  - б) титанат бария
  - в) ниобат лития
  - г) сегнетова соль
  - д) триглицинсульфат
7. Для создания запоминающих устройств ЭВМ (ячеек памяти) среди активных диэлектриков можно применять\_\_\_\_\_.
8. Среди монокристаллических пьезоэлектрических материалов, имеющих практическое применение, одно из важнейших мест занимает\_\_\_\_\_.
9. Диэлектрик, величина спонтанной поляризации которого может быть изменена при изменении температуры, называется\_\_\_\_\_.

#### **7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

*Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.*

Контроль освоения студентом дисциплины осуществляется в рамках модульно-рейтинговой системы в ДМ, включающих текущую, промежуточную и итоговую аттестации.

По результатам текущего и промежуточного контроля составляется академический рейтинг студента по каждому модулю и выводится средний рейтинг по всем модулям.

По результатам итогового контроля студенту засчитывается трудоемкость дисциплины в ДМ, выставляется дифференцированная отметка в принятой системе баллов, характеризующая качество освоения студентом знаний, умений и навыков по данной дисциплине.

В соответствии с учебным планом предусмотрен экзамен во 2-м семестре.

Формы контроля: текущий контроль, промежуточный контроль по модулю, итоговый контроль по дисциплине предполагают следующее распределение баллов.

*Текущий контроль:*

- посещаемость занятий 5 баллов
- активное участие на занятиях 25 баллов
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ 5 баллов
- написание и защита рефератов 5 баллов

Максимальное суммарное количество баллов по результатам текущей работы для каждого модуля – 40 баллов.

*Промежуточный контроль* освоения учебного материала по каждому модулю проводится преимущественно в форме тестирования.

Максимальное количество баллов за промежуточный контроль по одному модулю - 60 баллов. Результаты всех видов учебной деятельности за каждый модульный период оценивается рейтинговыми баллами.

Минимальное количество средних баллов по всем модулям, которое дает право студенту на положительные отметки без итогового контроля знаний:

- от 51 до 69 балла – удовлетворительно
- от 70 до 84 балла – хорошо
- от 85 до 100 балла – отлично
- от 51 и выше - зачет

*Итоговый контроль* по дисциплине осуществляется преимущественно в форме тестирования по балльно-рейтинговой системе, максимальное количество которых равно – 100 баллов.

Итоговая оценка по дисциплине выставляется в баллах. Удельный вес итогового контроля в итоговой оценке по дисциплине составляет 30%, среднего балла по всем модулям 70%.

Критерии оценок следующие:

- 100 баллов – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.
- 90 баллов - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.
- 80 баллов - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.
- 70 баллов - студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.
- 60 баллов – студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.
- 50 баллов – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.
- 40 баллов – ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.
- 20-30 баллов - студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.
- 10 баллов - студент имеет лишь частичное представление о теме.
- 0 баллов – нет ответа.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.



**Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-бальную систему:**

- «0 – 50» баллов – неудовлетворительно
- «51 – 65» баллов – удовлетворительно
- «66 - 85» баллов – хорошо
- «86 - 100» баллов – отлично
- «51 и выше» баллов – зачет

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

*а) основная литература:*

1. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники – М.: Высшая школа, 1986, 367 С.
2. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники – СПб: Изд – во «Лань», 2002, 368 С.
3. Сорокин В.С., Антипов Б.Л., Лазарев Н.П. Материалы и элементы электронной техники. В 2 – х томах – М.: Издательский центр «Академия», 2006, 384 С.
4. Антипов Б.Л., Сорокин В.С., Терехов В.А. Материалы электронной техники. Задачи и вопросы. – СПб: Изд – во «Лань», 2003 г., 208 С..
5. Методические указания «Задачи и вопросы по курсу «Материалы и компоненты электронной техники» Офицерова Н.В., Сафаралиев Г.К. Эмиров М.Б. Махачкала, ИПЦ ДГУ, 2000 г. 36 С.
6. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Материалы и компоненты электронной техники» Офицерова Н.В., Садыков С.А., Махмудова К.А., Исмаилова Н.П. Махачкала, ИПЦ ДГУ, 2007 г. 63 С.
7. Методическая разработка «Тестовые задания по курсу «Материалы и элементы электронной техники»» Махачкала, ИПЦ ДГУ, 2011 г Офицерова Н.В., Сафаралиев Г.К. , Ли З.Д., 31 С.
8. Методическое пособие к лабораторным работам по курсу «Материалы электронной техники» Махачкала, ИПЦ , 2014 г., Офицерова Н.В., Савина В.И., Агабекова Ф.Б., 58 С.

*б) дополнительная литература:*

1. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков – М.: МИСИС, 2003, 480 С.
2. Богородицкий Н.П., Пасынков В.В., Тареев Б.М. Электротехнические материалы- Л.: Энергоатомиздат, 1985, 332 С.
3. Справочник по электротехническим материалам / Под ред. Ю.В. Корицкого, В.В. Пасынкова, Б.М. Тареева – Л.: Энергоатомиздат; т.1, 1986; т.2 1987; т.3, 1988.
4. Щука А.А. Электроника – СПб.: БХВ - Петербург, 2008 – 752 С.
5. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков – М.: Металлургия, 1988, 418 С.

6. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Под ред. Чередниченко В.С. – М.: Издательство «Омега – Л», 2008, 752 С.

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства ([www.fepo.ru](http://www.fepo.ru)).
4. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
5. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
6. [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».
7. [www.iqlib.ru](http://www.iqlib.ru) - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия
8. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки [elibrary.ru](http://elibrary.ru)).
9. [www.affp.mics.msu.su](http://www.affp.mics.msu.su)

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студенту предоставляется возможность работать во время учебы более самостоятельно, чем учащимся в средней школе. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины..

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В основу его нужно положить рабочие программы изучаемых в семестре дисциплин, учебный план и расписание занятий вывешивается на 2-м этаже учебного корпуса. Рекомендуется не только ознакомиться с этими документами, но и изучить их.

Ежедневной учебной работе студенту следует уделять 9-10 часов своего времени, т.е. при 6 часах аудиторных занятий самостоятельной работе необходимо отводить 3-4 часа.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

### ***Работа на лекции***

На лекциях студенты получают самые необходимые данные, во многом дополняющие учебники (иногда даже их заменяющие с последними достижениями науки. Умение сосредоточенно слушать лекции, активно, творчески воспринимать излагаемые сведения является непременным условием их глубокого и прочного усвоения, а также развития умственных способностей.

Слушание и запись лекций - сложные виды вузовской работы. Внимательное слушание и конспектирование лекций предполагает интенсивную умственную деятельность студента. Слушая лекции, надо отвлекаться при этом от посторонних мыслей и думать только о том, что излагает преподаватель. Краткие записи лекций, конспектирование их помогает усвоить материал.

Внимание человека неустойчиво. Требуется волевые усилия, чтобы оно было сосредоточенным. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное. Это должно быть сделано самим студентом. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое "конспектирование" приносит больше вреда, чем пользы. Некоторые студенты просят иногда лектора "читать помедленнее". Но лекция не может превратиться в лекцию-диктовку. Это очень вредная тенденция, ибо в этом случае студент механически записывает большое количество услышанных сведений, не размышляя над ними.

Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: "важно", "особо важно", "хорошо запомнить" и т.п. Целесообразно разработать собственную "маркографию"(значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда используйте не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно

рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

### ***Подготовка к сессии***

Каждый учебный семестр заканчивается аттестационными испытаниями: зачетно - экзаменационной сессией. Подготовка к экзаменационной сессии и сдача зачетов и экзаменов является ответственным периодом в работе студента. Seriously подготовиться к сессии и успешно сдать все экзамены - долг каждого студента. Рекомендуется так организовать свою учебу, чтобы перед первым днем начала сессии были сданы и защищены все лабораторные работы, сданы все зачеты, выполнены другие работы, предусмотренные графиком учебного процесса.

Основное в подготовке к сессии - это повторение всего материала, курса или предмета, по которому необходимо сдавать экзамен. Только тот успевает, кто хорошо усвоил учебный материал.

Если студент плохо работал в семестре, пропускал лекции, слушал их невнимательно, не конспектировал, не изучал рекомендованную литературу, то в процессе подготовки к сессии ему придется не повторять уже знакомое, а заново в короткий срок изучать весь материал. А это зачастую оказывается невозможно сделать из-за нехватки времени. Для такого студента подготовка к экзаменам будет трудным, а иногда и непосильным делом, а финиш - отчисление из учебного заведения.

В дни подготовки к экзаменам избегай чрезмерной перегрузки умственной работой, чередуй труд и отдых.

При подготовке к сдаче экзаменов старайся весь объем работы распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени.

### ***Методические рекомендации для преподавателя***

Одной из задач преподавателя, ведущего занятия по дисциплине, является выработка у бакалавров осознания важности, необходимости и полезности знания дисциплины для дальнейшей работы их инженерами-исследователями, при организации современного производства высококачественной, конкурентоспособной продукции.

Методическая модель преподавания дисциплины основана на применении активных методов обучения. Принципами организации учебного процесса являются:

- выбор методов преподавания в зависимости от различных факторов, влияющих на организацию учебного процесса;
- объединение нескольких методов в единый преподавательский модуль в целях повышения эффективности процесса обучения;
- активное участие слушателей в учебном процессе;
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Используемые методы преподавания: лекционные занятия с использованием наглядных пособий и раздаточных материалов; метод «мозгового штурма», индивидуальные и групповые задания при проведении практических занятий.

Все виды занятий по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями СТП. С целью более эффективного усвоения бакалаврами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных занятий использовать наглядные пособия и раздаточные материалы. Для более глубокого изучения предмета бакалаврам представляется информация о возможности использования Интернет-ресурсов по разделам дисциплины.

Для контроля знаний бакалавров по данной дисциплине необходимо проводить рубежный и итоговый контроль.

Рубежный контроль. Бакалаврами по изученной дисциплине выполняются реферативные работы, доклады.

Контрольное тестирование. Этот метод включает в себя задания по всем темам раздела рабочей программы дисциплины.

Итоговый контроль осуществляется в виде зачета в конце семестра.

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины.

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

<b>Вид учебных занятий</b>	<b>Организация деятельности студента</b>
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с

	выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Кроме того, приветствуется поиск информации по теме реферата в Интернете, но с обязательной ссылкой на источник, и подразумевается не простая компиляция материала, а самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

Чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов-тренингов по ряду разделов дисциплины.

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Материально – техническая база кафедры экспериментальной физики, которая осуществляет подготовку по направлению 11.03.04 «**Электроника и наноэлектроника**», позволяет готовить бакалавров, отвечающих требованиям ФГОС. На кафедре имеются 3 учебных и 5 научных лабораторий, оснащенных современной технологической, измерительной и диагностической аппаратурой; в том числе функционирует проблемная НИЛ «Твердотельная электроника». Функционируют специализированные

учебные и научные лаборатории: Физика и технология керамических материалов для твердотельной электроники, Физика и технология тонкопленочных структур, Электрически активные диэлектрики в электронике, Физическая химия полупроводников и диэлектриков.

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проекционным оборудованием и интерактивной доской.