МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(физический факультет)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Материалы электронной техники»

Кафедра *Инженерной физики* **факультета** *физического*

Образовательная программа
11.03.04. Электроника и наноэлектроника.

Направленность (профиль) подготовки
Микроэлектроника и твердотельная электроника

Форма обучения
очная

Статус дисциплины:
входит в обязательную часть

Махачкала - 2022

Рабочая программа дисциплины «Материалы электронной техники» составлена в *2022* году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки ***11.03.04 - Электроника и наноэлектроника***. от 19 сентября 2017 г. № 927 (с изменениями и дополнениями №1456 от 26.11.2020 г., 8 февраля 2021 г. №83).

Разработчик(и): *доцент каф.ЭФ, к.ф. – м.н., Офицерова Н.В.*
(кафедра, ФИО, ученая степень, ученое звание)

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры *Инженерная физика* от «22» 03 2022 г.,
протокол № 7

Зав. кафедрой _____ Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии *физического* факультета от

« 23 » 03. 2022 г., протокол № 7

Председатель _____ Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением « 30 » 03 2022 г. _____ Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина ***Материалы электронной техники*** входит в *обязательную часть* ОПОП *бакалавриата* по направлению (специальности) ***11.03.04. Электроника и наноэлектроника***.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой инженерной 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 техники с учетом их свойств.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: ***общепрофессиональных – ОПК -1; ОПК-2.***

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*.

Объем дисциплины 5 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Всего	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен
		в том числе							
		Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экзамен	
		Всего	из них						
			Лекции	Лаб.-е занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
4	180	66	16	34	16	-		114	Зачет

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.

2.Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина Материалы электронной техники входит в *обязательную часть* ОПОП *бакалавриата* по направлению (специальности) ***11.03.04. Электроника и наноэлектроника***.

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».

Дисциплина «***Материалы электронной техники***» является основой для изучения последующих курсов, таких как «Наноэлектроника», «Физические основы электроники» «Основы технологии электронной компонентной базы» и курсов по части, формируемой участниками образовательных отношений.

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

Код и наименование компетенции из ОПОП	***Код и наименование индикатора достижения компетенций***	***Планируемые результаты обучения***	***Процедура освоения***
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	**ОПК-1.1.** Анализирует и обрабатывает научно-техническую информацию по естественным наукам и математике для решения поставленной инженерной задачи	***Знает:*** -физико-математический аппарат, необходимый для решения задач профессиональной деятельности ***Умеет:*** - выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта ***Владеет:*** - навыками критического анализа научно-технической литературы в сфере профессиональной деятельности	Устный опрос, письменный опрос, рефераты

	ОПК-1.2. Использует положения, законы и методы естественных наук и математики для решения поставленной инженерной задачи	***Знает:*** - основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности ***Умеет:*** - применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера ***Владеет:*** - навыками находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи.	
ОПК -2 Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных	**ОПК-2.1.** Планирует экспериментальные исследования для решения поставленной задачи	***Знает:*** - методы планирования эксперимент для решения поставленной задачи ***Умеет:*** - рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки ***Владеет:*** - навыками формулировать в рамках поставленной цели совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.	Письменный опрос, тесты
	ОПК-2.2. Самостоятельно проводит экспериментальные исследования, использует основные приемы обработки и представления экспериментальных данных	***Знает:*** - основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации; - основные приемы обработки и представления экспериментальных данных. ***Умеет:*** - выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования; - использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных ***Владеет:*** - проведения экспериментальных исследований для решения поставленных инженерных задач; - способами обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений	

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 66 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.		
	Модуль 1. ***Проводниковые материалы***								
1	Основные свойства и классификация проводников	4	1-2	2	2	4	-	10	Самостоятельная работа
2	Проводящие и резистивные материалы	4	3-4	2	2	4	-	10	Самостоятельная работа, тесты
	Итого по модулю 1:	4		4	4	8	-	20	Контрольная работа
	Модуль 2. ***Полупроводники***								
1	Электрофизические свойства полупроводников	4	5-6	2	2	6	-	26	Самостоятельная работа
	Итого по модулю 2	4		2	2	6	-	26	Контрольная работа
	Модуль 3. ***Полупроводниковые материалы***								
2	Полупроводниковые материалы	4	7-10	4	4	6	-	22	Самостоятельная работа, тесты
	Итого по модулю 3:	4		4	4	6	-	22	Контрольная работа
	Модуль 4. ***Физические процессы в диэлектриках***								
1	Основные физические процессы в диэлектриках	4	11-12	2	2	6	-	26	Самостоятельная работа
	Итого по модулю 4	4		2	2	6		26	
	Модуль 5. ***Диэлектрические материалы***								
2	Пассивные диэлектрики	4	13-14	2	2	4	-	10	Самостоятельная работа, тесты
3	Активные диэлектрики	4	15-16	2	2	4	-	10	Самостоятельная работа
	Итого по модулю 5	4		4	4	8		20	Контрольная работа
	ИТОГО:			16	16	34		114	Зачет

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

Модуль 1.

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

Роль материалов в развитии элементной базы электронной техники. 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. 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. Припои. Тугоплавкие металлы. Электровакуумные сплавы. Неметаллические проводящие материалы. Явление сверхпроводимости. Критические параметры сверхпроводников. 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.

Модуль 3

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. 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. Многокомпонентные системы.

Модуль 4.

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.

Модуль 5

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. Слоистые пластики и композиционные пластмассы. 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. Пьезоэффект и пьезоэлектрические материалы. Пьезоэлектрические резонаторы и фильтры. Элементы акустоэлектроники. Пироэффект и пироэлектрические материалы. Тепловые приемники излучения. Электреты. Жидкие кристаллы, особенности их строения, классификация по типу мезофазы. Диэлектрики для твердотельных лазеров.

4.3.1. Содержание лекционных занятий

модуль	Темы
1.	Основные свойства и классификация проводников
	Проводящие и резистивные материалы
2.	Электрофизические свойства полупроводников
3.	Полупроводниковые материалы
4.	Основные физические процессы в диэлектриках
5	Пассивные диэлектрики
	Активные диэлектрики и элементы функциональной электроники

4.3.2. Темы практических и семинарских занятий

№ п/п	Название раздела	Название темы (практическое занятие)	Литература
	Модуль 1		
1	Проводники	1.Природа электропроводности металлов 2. Температурная зависимость удельного сопротивления	[1 -4] Основной

		проводников 3.Электрические свойства металлов и сплавов 4. Тонкие металлические пленки	литерату ры
2	Проводящие и резистивные материалы	1.Материалы высокой проводимости. 2. Сплавы высокой проводимости и сплавы для термопар. 3.Сверхпроводники. Тугоплавкие материалы 4. Неметаллические проводящие материалы	[1 -4] Основной литерату ры
	Модуль 2		
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 литерату ры
	Модуль 3		
4	Полупроводниковые материалы	1.Кремний и германий. 2. Карбид кремния 3.Полупроводниковые соединения типа A^3B^5: 4.Полупроводниковые соединения A^2B^6 , A^4B^6 .	[1 -4] Основной литерату ры
	Модуль 4		
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 литерату ры
	Модуль 5		
6	Пассивные диэлектрики	Классификация диэлектриков по свойствам и техническому назначению. Неорганические стекла, зависимость свойств от состава. Слоистые пластики. Стеклокристаллические материалы. Керамические диэлектрики. Состав и структура керамических материалов, основные операции порошковой металлургии. Установочная и конденсаторная керамика.	[1 -4] Основной литерату ры
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 литерату ры

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 компетентностного 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 соответствие 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.

В соответствии с учебным планом предусмотрен зачет во 4-м семестре.

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 работа, 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

Литература для самостоятельной работы по курсу

1. Курс «Материалы электронной техники» на образовательной платформе Moodle http://edu.dgu.ru/course/view.php?id=3224
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPR books (www.iprbookshop.ru). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г.
3. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники – М.: Высшая школа, 1986, 367 С. – Свободный доступ http://bookre.org/reader?file=770070; https://www.livelib.ru/book/1001558853-materialy-elektronnoj-tehniki
4. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники – СПб: Изд – во «Лань», 2001, 368 С.- Свободный доступ: http://www.booksgid.com; http://www.studmed.ru/pasynkov-vv-sorokin-vs-materialy-elektronnoy-tehniki_76d0c314b50.html
5. 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. – на кафедре (учебник для преподавателя).

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.

Тематика для самостоятельной работы

1. Основы зонной теории.
2. Химическая связь в твердых телах.
3. Виды дефектов в твердых телах.
4. Природа электропроводности металлов.
5. Электрические свойства металлических сплавов.
6. Сверхпроводящие металлы и сплавы.
7. Металлы и сплавы со средней температурой плавления.
8. Благородные металлы.
9. Припои.
10. Собственные и примесные полупроводники. Основные и неосновные носители заряда.
11. Неравновесные носители заряда и механизмы рекомбинации.
12. Фотопроводимость полупроводников.
13. Эффект Холла в полупроводниках.
14. Германий.
15. Кремний.

16. Карбид кремния.
17. Твердые растворы на основе полупроводниковых соединений.
18. Аморфные полупроводники.
19. Поляризация диэлектриков. Механизмы поляризации.
20. Потери в диэлектриках. Виды потерь.
21. Пробой диэлектриков. Виды пробоя в твердых диэлектриках.
22. Неорганические стекла.
23. Ситаллы.
24. Керамика.
25. Композиционные пластмассы и слоистые пластики.
26. Жидкие диэлектрики.
27. Сегнетоэлектрики.
28. Пьезоэлектрики.
29. Пироэлектрики.
30. Материалы для нелинейной оптики.
31. Электреты.

Итоговый контроль

Зачет в конце 4 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения задач по всему пройденному материалу**.**

Вопросы к зачету
по курсу «Материалы электронной техники»

32. Классификация материалов. Общие сведения о проводниках.
33. Природа электропроводности металлов (теория Друде – Лоренца).
34. Природа электропроводности металлов (теория Зоммерфельда – Френкеля)
35. Температурная зависимость удельного сопротивления металлических проводников.
36. Влияние примесей и других структурных дефектов на удельное сопротивление металлов.
37. Электрические свойства металлических сплавов.
38. Сопротивление тонких металлических пленок. Размерные эффекты.
39. Материалы высокой проводимости.
40. Сверхпроводящие металлы и сплавы.
41. Сплавы высокого сопротивления и сплавы для термопар.
42. Неметаллические проводящие материалы.
43. Тугоплавкие металлы.
44. Припои.
45. Собственные и примесные полупроводники. Основные и неосновные носители заряда.
46. Температурная зависимость концентрации и подвижности носителей заряда.
47. Температурная зависимость удельной проводимости полупроводников.
48. Неравновесные носители заряда и механизмы рекомбинации.
49. Поглощение света полупроводниками.
50. Фотопроводимость полупроводников.

51. Люминесценция в полупроводниках.
52. Эффект Холла в полупроводниках.
53. Германий.
54. Кремний.
55. Карбид кремния.
56. Полупроводниковые соединения типа A^3B^5.
57. Полупроводниковые соединения типа A^2B^6 и A^4B^6.
58. Основные понятия и поляризация диэлектриков. Механизмы поляризации.
59. Токи смещения и электропроводность диэлектриков.
60. Потери в диэлектриках. Виды потерь.
61. Пробой диэлектриков. Виды пробоя в твердых диэлектриках.
62. Ситаллы.
63. Керамика.
64. Композиционные пластмассы и слоистые пластики.
65. Сегнетоэлектрики.
66. Пьезоэлектрики.
67. Пироэлектрики.

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 Дагестанского государственного университета (по адресу: http://edu.dgu.ru), а также представлены в управление качества образования ДГУ.

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 контрольных работ (тестирования).

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

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

-устный опрос – 10 баллов,

- письменная контрольная работа – 25 баллов,

- тестирование – 25 баллов.

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%.

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

Итоговый контроль.

Зачет в конце 4 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения задач по всему пройденному материалу**.**

Методические рекомендации преподавателям по разработке системы оценочных средств и технологий для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплинам (модулям) ОПОП (тематики докладов, рефератов и т.п.), а также для проведения промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) ОПОП (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 Дагестанского государственного университета.

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. Типовые контрольные задания

На базе системы виртуального обучения Moodle действует образовательный курс «Материалы электронной техники», кроме того используется образовательный блог «МЭТ и КЭТ» (http://nvo2.blogspot.com/).

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 kT 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 ϑ_D=428К. 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, растяжение, 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 2,3. 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. Через пластину кремния с удельным сопротивлением 0,01 Ом м проходит электрический ток плотностью 10 мА/мм^2. Найти средние скорости электронов и дырок, если их подвижности 0,14 и 0,05 м^2/(В с), соответственно.

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 полупроводниковые материалы используются для изготовления инжекционных лазеров и светодиодов?
5. Определить вероятность заполнения электронами энергетического уровня, расположенного на 10 kT выше уровня Ферми. Как изменится вероятность заполнения этого уровня электронами, если температуру увеличить в 2 раза?

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 $D_p = 4{,}8*10^3$ м^2/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?
5. Эпитаксиальный слой n - GaAs имеет при комнатной температуре удельное сопротивление $5*10^{-3}$ Ом м. Определить концентрацию доноров в слое, если подвижность электронов 0,8 м^2/(В с).

Вариант 5

1. Кремний.
2. Температурная зависимость подвижности носителей заряда.
3. Чем различаются свойства политипов карбида кремния?
4. Какие параметры полупроводника можно определить с помощью эффекта Холла?
5. Определить ток через образец кремния прямоугольной формы размерами $l \times b \times h$ = $5 \times 2 \times 1$ мм^3, если вдоль образца приложено напряжение 10 В. Известно, что концентрация электронов в полупроводнике $n = 10^{21}$ м$^{-3}$, а их подвижность $\mu_n = 0{,}14$ м^2/(В с).

Вариант 6

1. Фотопроводимость полупроводников.
2. Карбид кремния.
3. Что такое собственный полупроводник? Может ли примесный полупроводник обладать собственной электропроводностью?
4. Какой тип химической связи характерен для полупроводниковых соединений типа A^3B^5?
5. Определить подвижность и концентрацию электронов в кремнии n-типа, удельное сопротивление которого $\rho = 1{,}8*10^{-2}$ Ом м, а коэффициент Холла $R_H = 2{,}1*10^{-3}$ м^3/Кл.

Вариант 7

1. Люминесценция в полупроводниках.
2. Полупроводниковые соединения типа A^2B^6.
3. Назовите химические элементы, обладающие свойствами полупроводников. Какие из них имеют наибольшее применение?
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} м$^{-3}$, а их подвижность 0,5 м^2/(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 В/м плотность тока через полупроводник $6*10^4$ А/м^2. Определить концентрацию электронов проводимости в полупроводнике, если их подвижность 0,375 м^2/(В*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. Оценить среднее время и длину свободного пробега носителей заряда при температуре 300 К, если их подвижность $\mu = 0{,}1$ м^2/(В с), а эффективная масса $m^* = 0{,}26m_0$.

Вариант 10

1. Собственный и примесный полупроводник.
2. Полупроводниковые соединения типа A^4B^6.
3. Какова должна быть ширина запрещенной зоны полупроводникового материала, чтобы длина волны рекомбинационного излучения приходилась на видимую область спектра?
4. Каким типом электропроводности обладают полупроводники типа A^3B^5, легированные атомами элементов IV группы Периодической таблицы элементов?
5. Концентрация электронов проводимости в полупроводнике равна 10^{18} м$^{-3}$. Определить концентрацию дырок в этом полупроводнике, если известно, что собственная концентрация носителей заряда при этой же температуре равна 10^{16} м$^{-3}$.

Модуль 4. 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 гомеополярной 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 пироэлектрический эффект? Какие применения пироэлектриков 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, характеризуемые 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) $\alpha_\rho = \alpha_R + \alpha_l$
   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. $\rho_{ост} = Cx_A x_B = Cx_B(1 - x_B)$
   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 мкОм·м
   б) не более 0,1 мкОм·м
   в) свыше 10^{-5} Ом·м
   г) не более 0,3 мкОм·м
   д) порядка 1 кОм
6. Среди проводниковых материалов для создания ячеек памяти можно использовать:
   а) припои
   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 α_ρ
   б) зависимость величины удельного сопротивления ρ от внешних воздействий
   в) зависимость величины удельного сопротивления ρ от типа и количества примесей
   г) способность к поляризации
   д) отрицательный температурный коэффициент удельного сопротивления α_ρ
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

Модуль 3

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 $10^{22}\ м^{-3}$, а их подвижность $\mu_n = 0{,}5\, м^2 / (В \cdot с)$.:
    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 $n = 10^{18}\ м^{-3}$. Определить концентрацию дырок в этом полупроводнике в $м^{-3}$, если известно, что собственная концентрация носителей заряда при этой же температуре равна $n = 10^{16}\ м^{-3}$:
    а) $p = 10^{18}$
    б) $p = 10^{20}$
    в) $p = 10^{16}$
    г) $p = 10^{22}$
    д) $p = 10^{14}$

Модуль 4. 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 отсутствии 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 поляризации

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 ε 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.

Модуль 5

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. Асбестотекстолит

и 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_____.

7.3. 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 письменной контрольной работы (тестирования).

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

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

-устный опрос – 10 баллов,

- письменная контрольная работа – 25 баллов,

- тестирование – 25 баллов.

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%.

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

Курс «Материалы электронной техники» на образовательной платформе Moodle http://edu.dgu.ru/course/view.php?id=3224

Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPR books (www.iprbookshop.ru). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г.

а) основная литература:

1. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники – М.: Высшая школа, 1986, 367 С. – Свободный доступ http://bookre.org/reader?file=770070; https://www.livelib.ru/book/1001558853-materialy-elektronnoj-tehniki
2. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники – СПб: Изд – во «Лань», 2001, 368 С.- Свободный доступ: http://www.booksgid.com; http://www.studmed.ru/pasynkov-vv-sorokin-vs-materialy-elektronnoy-tehniki_76d0c314b50.html
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. – на кафедре (учебник для преподавателя).

4. Антипов Б.Л., Сорокин В.С., Терехов В.А. Материалы электронной техники. Задачи и вопросы. – СПб: Изд – во «Лань», 2003 г.,208 С. – 15 (в научной библиотеке ДГУ).
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. – 40 (в научной библиотеке ДГУ).
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. – 40 (в научной библиотеке ДГУ).
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. – 40 (в научной библиотеке ДГУ).
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. - 83 (в научной библиотеке ДГУ).

б) дополнительная литература:

1. Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов:учебник - М. : Высш. шк., 2008. - 535 С. – 20 (в научной библиотеке ДГУ).
2. Журавлева Л. В. Электроматериаловедение : Учеб. пособие для сред. проф. образования - М. : ПрофОбрИздат, 2001. - 312 С. – 10 (в научной библиотеке ДГУ).
3. Волков Г.М. Материаловедение: учеб. для студентов втузов, обуч. по немашиностроит. направлениям и специальностям - М.: Академия, 2008. – 397 С. – 15 (в научной библиотеке ДГУ).
4. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков – М.: МИСИС, 2003, 480 С. – Свободный доступ: http://bookfi.net/book/635301;
5. Щука А.А. Электроника – СПб.: БХВ - Петербург, 2008 – 752 С. – Свободный доступ: http://www.vixri.ru/?p=663
6. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Под ред. Чередниченко В.С. – М.: Издательство «Омега – Л», 2008, 752 С. – Свободный доступ http://www.studmed.ru/cherednichenko-materialovedenie-tehnologiya-konstrukcionnyh-materialov-tom-1_4cc60a00cd4.html

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

Дагестанский государственный университет имеет доступ к комплектам библиотечного фонда основных отечественных и зарубежных академических и отраслевых журналов по профилю подготовки бакалавров по направлению ***11.03.04. Электроника и наноэлектроника*:**

Интернет ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPR books (www.iprbookshop.ru). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г.
2. Лицензионное соглашение № 6984/20 на использование адаптированных технологий ЭБС IPRbooks (www.iprbookshop.ru) для лиц с ОВЗ от 02.10.2020.
3. Электронно-библиотечная сист*ема* «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru. Договор об оказании информационных услуг № 131-09/2010 от 01.10.2020г. 537наименований.
4. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЛАНЬ https://e.lanbook.com/. Договор №СЭБ НВ-278 на электронно-библиотечную систему ЛАНЬ от 20.10.2020 г. Срок действий договора со 20.10.2020 г. по 31.12.2023г.
5. Научная электронная библиотека http: //elibrary.ru. Лицензионное соглашение № 844 от 01.08.2014 г. Срок действия соглашения с 01.08.2014 г. без ограничения срока.
6. Национальная электронная библиотека №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке от 1 августа 2016 г. Срок действия договора с 01.08.2016 г. без ограничения срока.
7. Scopus издательства Elsevier B.V. Письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию базы данных Scopus издательства Elsevier B.V. в 2022 г. https://www.scopus.com
8. Международное издательство Springer Nature. Коллекция журналов, книг и баз данных издательства Springer Nature. Письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных издательства Springer Nature в 2022 г. на условиях национальной подписки https://link.springer.com/
9. Журналы Royal Society of Chemistry. База данных RSC DATABASE издательства Royal Society of Chemistry Письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных Royal Society of Chemistry в 2022 г. http://pubs.rsc.org/
10. Электронный каталог НБ ДГУ[Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: http://elib.dgu.ru.
11. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» http://school-collection.edu.ru.
12. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета http://edu.icc.dgu.ru

Интернет ресурсы:

13. Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPR books (www.iprbookshop.ru). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г.

14. Лицензионное соглашение № 6984/20 на использование адаптированных технологий ЭБС IPRbooks (www.iprbookshop.ru) для лиц с ОВЗ от 02.10.2020.
15. Электронно-библиотечная сист*ема* «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru. Договор об оказании информационных услуг № 131-09/2010 от 01.10.2020г. 537наименований.
16. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЛАНЬ https://e.lanbook.com/. Договор №СЭБ НВ-278 на электронно-библиотечную систему ЛАНЬ от 20.10.2020 г. Срок действий договора со 20.10.2020 г. по 31.12.2023г.
17. Научная электронная библиотека http: //elibrary.ru. Лицензионное соглашение № 844 от 01.08.2014 г. Срок действия соглашения с 01.08.2014 г. без ограничения срока.
18. Национальная электронная библиотека №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 о предоставлении доступа к Национальной электронной библиотеке от 1 августа 2016 г. Срок действия договора с 01.08.2016 г. без ограничения срока.
19. Scopus издательства Elsevier B.V. Письмо РФФИ от 19.10.2020 г. № 1189 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию базы данных Scopus издательства Elsevier B.V. в 2022 г. https://www.scopus.com
20. Международное издательство Springer Nature. Коллекция журналов, книг и баз данных издательства Springer Nature. Письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных издательства Springer Nature в 2022 г. на условиях национальной подписки https://link.springer.com/
21. Журналы Royal Society of Chemistry. База данных RSC DATABASE издательства Royal Society of Chemistry Письмо РФФИ от 20.10.2020 г. № 1196 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных Royal Society of Chemistry в 2022 г. http://pubs.rsc.org/
22. Электронный каталог НБ ДГУ[Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: http://elib.dgu.ru.
23. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» http://school-collection.edu.ru.
24. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета http://edu.icc.dgu.ru

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 отвлечься при этом от посторонних мыслей и думать только о том, что излагает преподаватель. Краткие записи лекций, конспектирование их помогает усвоить материал.

Внимание человека неустойчиво. Требуются 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 используй 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 ответственейшим периодом в работе студента. Серьезно 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 соответствие 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.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
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 удается 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 зачету	При подготовке к зачету 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.

Для проведения лекций может быть использовано проекционное оборудование с подключенным к нему персональным компьютером: с использованием мультимедийных презентаций и интерактивной доски. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов-тренингов по ряду разделов дисциплины.

Технические характеристики персонального компьютера должны обеспечивать возможность работы с современными версиями операционной системы Windows, пакета Microsoft Office, обслуживающих программ и другого, в том числе и сетевого программного обеспечения.

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

Материально – техническая база кафедры инженерной физики, которая осуществляет подготовку по направлению 11.03.04 **«Электроника и наноэлектроника»,** позволяет готовить бакалавров, отвечающих требованиям ФГОС ВО. 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 мультимедиым проекционным оборудованием и интерактивной доской.