



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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы технологии электронной компонентной базы

Кафедра Инженерной физики факультета физического

**Образовательная программа бакалавриата
11.03.04. Электроника и нанoeлектроника.**

**Направленность (профиль) программы
*Микроэлектроника и твердотельная электроника***

**Форма обучения
Очная**

**Статус дисциплины:
входит в обязательную часть
базовый модуль**

Махачкала, 2022 г

Рабочая программа дисциплины Основы технологии электронной компонентной базы 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., Офицера 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 Основы технологии электронной компонентной базы входит в обязательную часть базовый модуль ОПОП бакалавриата по направлению (специальности) **11.03.04. Электроника и нанoeлектроника**.

Дисциплина реализуется на факультете физическом кафедрой инженерной физики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами технологии производства материалов и элементов электронной техники. Рассматриваются основные операции и методы создания приборной и элементной базы современной электронной техники.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: *общепрофессиональных* - ОПК-1, ОПК-2; *профессиональных*: ПК-4.1, ПК-4.2;

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

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

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

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации (зачет, диф.зачет, экзамен)
	в том числе								
	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем			СРС, в том числе экзамен				
		Всего	Лекции	Лабор-е занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
7	216	68	34	-	34			112+36	экзамен

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Основы технологии электронной компонентной базы является получение углубленного профессионального образования по технологии электронной компонентной базы, обеспечивающего возможность быстрого и самостоятельного приобретения новых знаний, необходимых для адаптации и успешной профессиональной деятельности в области микро - и нанoeлектроники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина Основы технологии электронной компонентной базы входит в обязательную часть базовый модуль ОПОП бакалавриата по направлению подготовки **11.03.04. Электроника и нанoeлектроника**.

Для освоения дисциплины необходимо знание общего курса физики (раздел «Молекулярная физика» «Электричество»), квантовой физики, дисциплин «Метрология, стандартизация и технические измерения» «Материалы электронной техники», «Компоненты электронной техники», «Физические основы электроники», «Физика конденсированного состояния», «Статистическая физика и термодинамика», «Нанoeлектроника».

Дисциплина Основы технологии электронной компонентной базы является основой для изучения последующих курсов, таких как «Промышленная электроника», курсов по части, формируемой участниками образовательных отношений.

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

<i>Код и наименование компетенции из ОПОП</i>	<i>Код и наименование индикатора достижения компетенций</i>	<i>Планируемые результаты обучения</i>	<i>Процедура освоения</i>
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 и Умеет: - выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, анализировать и обрабатывать соответствующую	Устный опрос, письменный опрос, контрольная работа

		ю научно-техническую литературу с учетом зарубежного опыта. Владеет: - навыками критического анализа научно-технической литературы в сфере профессиональной деятельности	
	ОПК-1.2. Использует положения законы и методы естественных наук и математики для решения поставленной инженерной задачи	Знает: - основные законы естественных наук и дисциплин в профессиональной деятельности Умеет: - применять физические законы и математический метод для решения задач теоретического и прикладного характера Владеет: - навыками находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи	
ОПК-2 Способен самостоятельно проводить экспертные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных.	ОПК-2.1. Планирует экспериментальные исследования для решения поставленной задачи	Знает: - методы планирования эксперимента для решения поставленной задачи Умеет: - рассматривать возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки Владеет: - навыками формулировать в рамках	Письменный опрос

		поставленной цели и совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.	
	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	
ПК-4. Способен организовать и контролировать технологический процесс выпуска изделий микроэлектроники	ПК-4.1. Способен составить операционный маршрут изготовления изделий микроэлектроники	Знает: - базовые технологические процессы производства изделий микроэлектроники; - типовое оборудование и его место в технологическом	Мини-конференция

		м процессе производства изделий микроэлектроники; - типовые инструменты, применяемые в технологическом процессе производства изделий микроэлектроники; - основные материалы, используемые в производстве изделий микроэлектроники; - стандарты, технические условия и другие нормативные и руководящие материалы по оформлению маршрутных и операционных карт для всех типов технологических процессов производства изделий микроэлектроники. Умеет: - разрабатывать операционные маршруты изготовления изделий микроэлектроники низкой и средней сложности; - заполнять маршрутные карты изготовления изделий микроэлектроники; - работать с конструкторской документацией на изделия микроэлектроники; - работать с технологической документацией на изготовление изделий микроэлектроники.	
--	--	---	--

		Владеет: - навыками определять типпроизводства изделиймикроэлектроники; - навыками выбора процесса получения изделия из действующеготипового/группового технологического процесса или поиск аналога единичногопроцесса; - навыками выбора конструкционных материалов для изделиймикроэлектроники; - навыками составлятьтехнологические маршрутыизготовления изделиймикроэлектроники; - навыками разработки порядкапооперационного выполнения работ поизготовлению изделиймикроэлектроники; - навыками оформления маршрутныхкарт изготовления изделиймикроэлектроники	
ПК-4. Способен организовать и контролировать технологический процесс выпуска изделий микроэлектроники	ПК-4.2. Способен контролировать соблюдение параметров и режимов технологических операций процессов производства изделий микроэлектроники	Знает: - основные параметрытехнологических процессов; - правила эксплуатациитехнологического оборудования - правила эксплуатациитехнологической оснастки; - технологические факторы,вызывающие погрешностиизготовления изделиймикроэлектроники	

		ктроники; - методы уменьшения влияния технологических факторов, вызывающих погрешности изготовления изделий микроэлектроники; Умеет: - анализировать основные параметры реализуемых технологических процессов производства изделий микроэлектроники; - анализировать режимы работы технологического оборудования на производстве изделий микроэлектроники; - анализировать режимы работы технологической оснастки; - анализировать производственную ситуацию и выявлять причины брака при изготовлении изделий микроэлектроники; - предлагать решения по повышению точности выполнения технологических операций процесса производства изделий микроэлектроники; Владеет: - навыками контролировать правильность эксплуатации технологической оснастки - навыками выявлять причины брака при изготовлении изделий микроэлектроники;	
--	--	--	--

		ктроники; - навыками подготовки предложений по повышению точности выполнения техно логических операций процесса производ ства изделий микроэле ктроники; - навыками согласовать внесения изменен ий в технологические процессы произво дства изделий микроэле ктроники; - навыками согласовать внесения изменен ий в технологическую документацию.	
--	--	---	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 77 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	Лабораторн ые занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1.									
1	Введение. Механическая и химическая обработка полупроводников	7	1-2	4	4			28	Контрольная работа
	Итого по модулю 1			4	4			28	
Модуль 2.									
2	Эпитаксиальные слои.	7	3-5	6	6			24	Контрольная работа, тесты
	Итого по модулю 2			6	6			24	

Модуль 3.									
3	Диэлектрические пленки.		6-8	6	6			24	Рефераты, Контрольная работа, тесты
	<i>Итого по модулю 3</i>	7		6	6			24	
Модуль 4.									
4	Диффузионное легирование полупроводников.	7	9-10	4	4			10	Контрольная работа, тесты
5	Ионная имплантация	7	11-13	4	4			10	Контрольная работа
	<i>Итого по модулю 4</i>			8	8			20	
Модуль 5.									
6	Литографические процессы	7	14-15	6	6			24	Контрольная работа, тесты
	<i>Итого по модулю 5</i>			6	6			24	
Модуль 6.									
7	Металлические пленки		16-17	4	4			28	Рефераты, тесты
	<i>Итого по модулю 6</i>	7		4	4			28	
	<i>Зачет, экзамен</i>								Экзамен
	ИТОГО:			34	34			112+36	6

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

Модуль 1.

Тема 1. Введение. Механическая и химическая обработка полупроводников.

История становления технологии электронной компонентной базы. Возникновение и развитие микро- и нанотехнологии. Изделия микроэлектроники и их классификация. Чистые помещения.

Абразивные материалы. Механическая обработка свободным и связанным абразивом. Методы ориентирования полупроводниковых слитков. Методы резки монокристаллического слитка на полупроводниковые пластины и кристаллы. Скрайбирование. Качество поверхности полупроводниковых пластин. Шлифовка и полировка полупроводниковых пластин.

Химическая обработка полупроводниковых пластин. Виды загрязнений полупроводниковых пластин. Отмывка полупроводниковых пластин.

Модуль 2.

Тема 2. Эпитаксиальные пленки.

Эпитаксия, её разновидности. Современные представления о механизме формирования эпитаксиальных слоев. Методы эпитаксиального наращивания слоев, используемые в микро- и нанoeлектронной технологии. Технология получения эпитаксиальных полупроводниковых слоев. Эпитаксия из парогазовой фазы. Хлоридный метод. Силановый метод.

Гетероэпитаксия кремния (КНИ - и КНС – структуры). Дефекты эпитаксиальных слоев.

Молекулярно-лучевая эпитаксия полупроводников, технологические возможности. Особенности выращивания пленок полупроводников методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Эпитаксия с использованием металлоорганических соединений. Золь – гель технология.

Модуль 3.

Тема 3. Диэлектрические слои.

Требования к диэлектрическим слоям в технологии электроники. Пленки диоксида кремния. Термическое окисление кремния. Другие методы получения пленок диоксида кремния. Пленки нитрида кремния и методы их получения. Свойства пленок оксида алюминия и методы создания. Формирование металлических кластеров в диэлектрической среде.

Модуль 4.

Тема 4. Диффузионное легирование полупроводников.

Механизмы диффузии в полупроводниках. Диффузия из источника ограниченной и неограниченной мощности. Профили распределения атомов примеси по глубине. Методика проведения и оборудование для осуществления диффузии. Аномалии распределения примеси и дефекты диффузионных слоев.

Тема 5. Ионная имплантация.

Принципы ионного легирования полупроводников. Профили распределения внедрённых ионов по глубине. Эффект каналирования. Радиационные дефекты при ионном облучении и их отжиг дефектов. Активация примеси. Высокодозное легирование. Создание заглублённых диэлектрических слоёв. Ионно-лучевое перемешивание. Ядерное легирование кремния. Радиационно-стимулированная диффузия.

Модуль 5

Тема 6. Литографические процессы.

Классификация базовых методов литографии: фото - , рентгено -, электроно - и ионолитография. Фоторезисты и фотошаблоны. Техника проведения контактной литографии. Субмикронная литография: высокоэффективные источники дальнего ультрафиолета, оптическая литография с фазовым сдвигом, стереолитография, электроно -, ионо -, рентгенолитография. Нанолитографические процессы. Нанопечать.

Модуль 6.

Тема 7. Металлические пленки.

Назначение. Требования к металлическим пленкам. Алюминиевая металлизация. Достоинства и недостатки. Процесс электромиграции. Контактные системы. Методы создания металлических пленок и омических контактов: сплавление, электрохимическое и химическое осаждение, вакуумное нанесение.

4.3.1. Содержание лекционных занятий

модуль	Темы
1.	<u>Лекция 1</u> Механическая обработка полупроводников
	<u>Лекция 2</u> Химическая обработка полупроводников
2.	<u>Лекция 3</u> Эпитаксия, её разновидности.
	<u>Лекция 4</u> Эпитаксия из парогазовой фазы. Гетероэпитаксия кремния
	<u>Лекция 5.</u> Молекулярно-лучевая эпитаксия полупроводников, Эпитаксия с использованием металлоорганических соединений..
3	<u>Лекция 6.</u> Физика поверхности. Диэлектрические пленки из оксида кремния
	<u>Лекция 7</u> Осажденные пленки из оксида кремния, легкоплавкие стекла
	<u>Лекция 8</u> Диэлектрические пленки из нитрида кремния и оксида алюминия
4	<u>Лекция 9-10</u> Диффузионное легирование полупроводников.
	<u>Лекция.11-12</u> Ионная имплантация
5	<u>Лекция 13-15</u> Литографические процессы
6	<u>Лекция.16-17</u> Нанесение металлических пленок

4.3.2. Содержание семинарских занятий

Модуль 1.

1. Абразивные материалы. Методы ориентирования полупроводниковых слитков. Методы резки монокристаллического слитка на полупроводниковые пластины и кристаллы. Скрайбирование.
2. Шлифовка и полировка полупроводниковых пластин. Химическая обработка полупроводниковых пластин

Модуль 2.

1. Эпитаксия, её разновидности. Технология получения эпитаксиальных полупроводниковых слоев.
2. Хлоридный метод. Силановый метод. Гетероэпитаксия кремния. Дефекты эпитаксиальных слоев.
3. Молекулярно - лучевая эпитаксия полупроводников, технологические возможности.

Модуль 3.

Тема 3. Диэлектрические слои.

1. Пленки диоксида кремния. Термическое окисление кремния. Другие методы получения пленок диоксида кремния.
2. Пленки нитрида кремния и методы их получения.
3. Свойства пленок оксида алюминия и методы создания.

Модуль 4.

1. Механизмы диффузии в полупроводниках. Диффузия из источника ограниченной и неограниченной мощности. Профили распределения атомов примеси по глубине.
2. Методика проведения и оборудование для осуществления диффузии. Аномалии распределения примеси и дефекты диффузионных слоев.
3. Принципы ионного легирования полупроводников. Отжиг дефектов. Активация примеси.
4. Радиационно - стимулированная диффузия.

Модуль 5

1. Классификация базовых методов литографии: фото - , рентгено - , электроно - и ионолитография. Фоторезисты и фотошаблоны. Техника проведения контактной литографии.
2. Субмикронная литография: Нанолитографические процессы. Нанопечать.

Модуль 6.

1. Требования к металлическим пленкам. Контактные системы.
2. Методы создания металлических пленок и омических контактов: сплавление, электрохимическое и химическое осаждение, вакуумное нанесение.

5. Образовательные технологии

Для проведения лекций может быть использовано проекционное оборудование с подключенным к нему персональным компьютером. Технические характеристики персонального компьютера должны обеспечивать возможность работы с современными версиями операционной системы Windows, пакета MicrosoftOffice, обслуживающих программ и другого, в том числе и сетевого программного обеспечения.

Электронный учебник. Имеются и используются в учебном процессе электронные учебники по дисциплине Основы технологии электронной компонентной базы. Электронный учебник предназначен для самостоятельного изучения теоретического материала курса и построен на гипертекстовой основе, позволяющей работать по индивидуальной образовательной траектории. Гипертекстовая структура позволяет обучающемуся определить не только оптимальную траекторию изучения материала, но и удобный темп работы и способ изложения материала.

Компьютерная тестирующая система. Разработана и внедрена в учебный процесс компьютерная тестирующая система, которая обеспечивает, с одной стороны, возможность самоконтроля для обучаемого, а с другой стороны используется для текущего или итогового контроля знаний студентов.

Презентация. Разработан электронный курс лекций по всем темам, с использованием электронных презентаций. Что улучшает восприятие материала, повышает мотивацию познавательной деятельности и способствует творческому характеру обучения.

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 «Основы технологии электронной компонентной базы» 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 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.

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

Подготовка рефератов – один из видов самостоятельной работы студентов, на которую по образовательным стандартам должно выделяться около 50% от общего фонда времени на дисциплину. Работа над рефератом позволяет студенту более углубленно изучить предлагаемую тему и способствует развитию навыков работы с литературными источниками.

Набор тем рефератов определяется спецификой направления (специальности), по которой обучается студент. Это отражается в рабочем учебном плане дисциплины Основы технологии электронной компонентной базы.

Тематика рефератов

1. Процессы гетероэпитаксии.
2. Атомная инженерия.
3. Методы нанолитографии.
4. Пленки Ленгмюра – Блоджет.
5. Золь – гель технология.
6. Перьевая нанолитография.
7. Термомеханическая нанолитография.
8. Коллоидная литография.
9. Методы получения наноаэрогелей.
10. Лазерное наноманипулирование
11. Ионно-лучевые технологии.
12. Метод локального зондового окисления.
13. Лазерные технологии получения полупроводниковых устройств.
14. КНИ – и КНС – технология.
15. Получение тонких пленок методом ионно-плазменного распыления.
16. Магнетронное распыление.
17. Плазмохимическое травление.
18. Молекулярно- лучевая эпитаксия.
19. Методы зондовых нанотехнологий.
20. Ионный синтез наноструктур.

Вопросы к экзамену по ОТЭКБ

1. Методы резания слитков на пластины и кристаллы.
2. Абразивные материалы.
3. Методы шлифования и полирования пластин.
4. Защита поверхности полупроводника окислением.
5. Защита поверхности полупроводника осажденными пленками SiO_2 . Маскирующие свойства SiO_2 .
6. Защита поверхности полупроводника пленками Si_3N_4 и Al_2O_3 .
7. Защита поверхности полупроводника легкоплавкими стеклами.
8. Фотолитография. Фоторезисты и фотошаблоны.
9. Техника проведения процесса фотолитографии.
10. Субмикронная технология в литографии.
11. Механизмы диффузии в полупроводниках.
12. Распределение примеси в процессе диффузии.

13. Методы осуществления диффузионных процессов.
14. Аномалии распределения примеси и дефекты диффузионных слоев.
15. Ионная имплантация. Физические основы.
16. Пробег в внедренных ионах. Эффект каналирования.
17. Профили распределения внедренных ионов в аморфную мишень.
18. Радиационные нарушения и их отжиг. Активация примеси.
19. Процессы комбинации ионной имплантации и диффузии.
20. Омические контакты и контактные системы.
21. Методы формирования омических контактов и контактных систем.
22. Классификация эпитаксиальных процессов.
23. Автоэпитаксия Si.
24. Гетероэпитаксия Si.
25. Дефекты эпитаксиальных слоев.
26. МЛЭ.
27. ГФЭ МОС.

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. Типовые контрольные задания

Контрольные работы

Тема. Механическая обработка полупроводников.

Вариант 1

1. Методы ориентирования слитков.
2. Перечислите основные характеристики абразивных материалов.
3. Какие методы шлифования используются при механической обработке полупроводников?
4. На чем основан электроэрозионный метод обработки поверхности кристаллов?
5. О чем говорит маркировка АСМ – 3/3 НВМ?

Вариант 2

1. Абразивные материалы.
2. Какие лучевые методы обработки слитков Вам известны?
3. Что такое ультразвуковая обработка? В чем ее преимущество перед другими методами?
4. Перечислите основные методы резки слитков на пластины и кристаллы.
5. О чем говорит маркировка КЗМ – 15?

Вариант 3

1. Методы резания слитков на пластины и кристаллы (алмазные диски, полотна и проволока).
2. Что такое скрайбирование? Какие методы скрайбирования вам известны?
3. Чем отличаются пластины, вырезанные из слитков от кристаллов?
4. Какой метод ориентирования обладает простотой и экспрессностью?
5. О чем говорит маркировка ЭБМ – 5/3?

Вариант 4

1. Методы резания слитков на пластины и кристаллы (скрайбирование, лучевые методы).
2. Какие теории объясняют механизм полирования поверхности полупроводника?
3. Можно ли использовать алмазные порошки для окончательной шлифовки?
4. Что лежит в основе рентгеновского метода ориентирования слитков?
5. О чем говорит маркировка АМ – 25/3 ПВОГ?

Вариант 5

1. Шлифование и полирование.
2. Какие абразивные материалы вам известны?

3. Какими методами можно разделить слитки на пластины?
4. В чем преимущество лазерной обработки перед электронно - лучевой?
5. О чем говорит маркировка КЧМ – 15 НВТ?

Вариант 6

1. Методы резания слитков на пластины и кристаллы (электроэрозионная обработка).
2. Какие методы ориентирования слитков Вам известны?
3. Каким методом механической обработки можно получить профилированные кристаллы?
4. Что является основным недостатком резания слитков с помощью дисков?
5. О чем говорит маркировка КБМ – 6/2 ПОМ?

Вариант 7

1. Методы резания слитков на пластины и кристаллы (ультразвуковая обработка).
2. Для чего проводят ориентирование полупроводниковых слитков?
3. Перечислите основные механизмы шлифования твердого тела.
4. Почему проволоку нельзя использовать для резки полупроводниковых слитков на пластины?
5. О чем говорит маркировка АСМ – 40 ПО?

Тема.Эпитаксия

Вариант 1

1. Классификация эпитаксиальных процессов.
2. Что лежит в основе золь – гель технологии?
3. Почему для легирования в хлоридном методе используют галогениды соответствующих соединений?
4. Какие полупроводниковые материалы можно получать методом МЛЕ?
5. Что такое селективная эпитаксия и когда она используется?

Вариант 2

1. Автоэпитаксия Si (силановый метод, селективная эпитаксия).
2. Перечислите основные материалы для подложек при гетероэпитаксии Si.
3. Почему методом МЛЕ возможно получать тонкие слои резкоменяющегося состава?
4. От чего зависит форма дефекта упаковки?
5. Перечислите основные стадии золь – гель технологии.

Вариант 3

1. Молекулярно – лучевая эпитаксия.
2. В каком методе автоэпитаксии Si скорость роста зависит от кристаллографического направления?
3. Для получения каких материалов используется золь – гель технология?
4. Почему в гетероэпитаксиальном слое возникают дислокации несоответствия?
5. Что такое метод ПЖК?

Вариант 4

1. Автоэпитаксия Si (хлоридный метод).
2. В чем преимущество силанового метода перед хлоридным?
3. Перечислите основные дефекты эпитаксиальных слоев.
4. В чем заключаются основные достоинства метода МЛЕ?
5. Что такое эффузионная ячейка Кнудсена?

Вариант 5

1. Гетероэпитаксия Si.
2. Каким образом в золь – гель технологии стимулируют образование геля?
3. Для чего в методе ГФЭ МОС используют низкое давление?
4. В чем основной недостаток хлоридного метода?
5. Приведите классификацию эпитаксиальных процессов по агрегатному состоянию исходной фазы.

Вариант 6

1. Дефекты эпитаксиальных слоев.
2. Перечислите основные эпитаксиальные методы, используемые для получения нанополупроводниковых материалов?
3. В чем преимущество эпитаксиальных слоев перед объемными кристаллами?
4. Какой метод эпитаксии позволяет получать резкие гетерограницы, гладкие на атомном уровне?
5. В чем состоит механизм гетероэпитаксии Si?

Вариант 7

1. Золь - гель технология.
2. Что такое реотаксия?
3. Использование какого метода позволяет исключить влияние газодинамических условий при газофазной эпитаксии кремния?
4. В чем заключаются основные достоинства газофазной автоэпитаксии?
5. В каком из эпитаксиальных методов в ростовой ячейке одновременно с эпитаксией проводится анализ и диагностика слоев?

Вариант 8

1. Газофазная эпитаксия из металлоорганических соединений (ГФЭ МОС).
2. Почему в эпитаксиальном слое обнаруживаются дислокации?
3. Что такое хемоэпитаксия?
4. По каким параметрам оценивают качество гетероэпитаксиальных слоев?
5. Каким образом в методе МЛЭ подбирают температуру испарителя?

Тема. Диэлектрические пленки

Вариант 1

1. Физика поверхности полупроводника.
2. Что понимают под маскирующей способностью диэлектрического покрытия?
3. Перечислите основные преимущества и недостатки покрытий из нитрида кремния.
4. Какие методы осаждения пленок SiO_2 более эффективны: прямые или непрямые и почему?
5. В каком случае получается более плотное и прочное покрытие из SiO_2 – при окислении в сухом кислороде или водяных парах и почему?

Вариант 2

1. Защита поверхности полупроводника пленками Al_2O_3 .
2. Какие вещества оказывают отрицательное воздействие на свойства поверхности полупроводника?
3. В чем преимущество осаждения пленок SiO_2 методом окисления моносилана перед пиролизом кремнийорганических соединений?
4. Перечислите основные недостатки покрытий из Si_3N_4 .
5. В чем заключается механизм реактивной диффузии при создании покрытия из SiO_2 ?

Вариант 3

1. Защита поверхности полупроводника термическим окислением.
2. В чем заключается метод аммонолиза силана? Запишите химическую реакцию.
3. В каком случае можно получить более качественный плотный слой диоксида кремния: при окислении в сухом кислороде или в водяных парах?
4. Можно ли получать покрытия из Si_3N_4 прямым нитрированием поверхности и почему?
5. Перечислите основные преимущества диэлектрических покрытий из Al_2O_3 .

Вариант 4

1. Защита поверхности полупроводника осажденными пленками SiO_2 .
2. Какими способами можно защитить поверхность полупроводника, не имеющего стабильного к внешним воздействиям собственного оксида?
3. Какое соединение используют для понижения температуры осаждения Si_3N_4 ?

4. В чем заключается основное преимущество покрытий из Al_2O_3 ?
5. Может ли покрытие из SiO_2 защитить от проникновения таких примесей как Al и Ga и почему?

Вариант 5

1. Защита поверхности полупроводника пленками Si_3N_4 .
2. Где происходит окисление кремния: под слоем оксида или на его поверхности?
3. Какие энергетические состояния изменяют энергетическую структуру зон на поверхности полупроводника?
4. Какой метод получения диэлектрических покрытий носит цепной характер и что является инициатором цепной реакции?
5. Способно ли покрытие из халькогенидных стекол защитить от радиационного воздействия и почему?

Вариант 6

1. Маскирующие свойства покрытий из SiO_2 .
2. Какие энергетические состояния на поверхности полупроводника называются «быстрыми» и почему?
3. В чем преимущества пленок Si_3N_4 перед пленками диоксида кремния?
4. Какое диэлектрическое покрытие отличается максимальной радиационной стойкостью?
5. Какие функции выполняют диэлектрические покрытия в технологии полупроводниковых устройств и ИМС?

Тема. Диффузия и ионная имплантация.

Вариант 1

1. Механизмы диффузии в полупроводниках.
2. В чем заключается эффект каналирования?
3. Как стимулируют поверхность полупроводника при радиационно – стимулированной диффузии?
4. Какой вид имеет профиль распределения радиационных нарушений при ионной имплантации и почему?

Вариант 2

1. Ионная имплантация. Физические основы метода.
2. Для чего при высокотемпературной диффузии в поток газа – носителя добавляется кислород?
3. Что является необходимым условием радиационно – стимулированной диффузии?
4. Перечислите основные достоинства и недостатки процесса высокотемпературной диффузии.

Вариант 3

1. Математическое описание процессов диффузии.
2. Что такое низкотемпературный отжиг и для чего он используется?
3. Как меняется коэффициент диффузии при радиационно – стимулированной диффузии и почему?
4. Какие типы столкновений испытывают внедренные в твердое тело ионы?

Вариант 4

1. Техника проведения процесса диффузии.
2. Какие радиационные нарушения наблюдаются при ионной имплантации?
3. Что такое ускоренная диффузия и при каких условиях она наблюдается?
4. Что такое доза аморфизации и как она зависит от типа химической связи?

Вариант 5

1. Пробег внедренных ионов. Эффект каналирования.
2. Как влияют примеси и дислокации на скорость диффузии примеси?
3. Перечислите основные достоинства радиационно – стимулированной диффузии.

4. Какие законы лежат в основе математического описания процесса диффузии? Запишите формулу.

Вариант 6

1. Аномалии распределения и дефекты диффузионных слоев.
2. Перечислите основные параметры ионной имплантации.
3. Какой тип дефектов является основным при радиационно – стимулированной диффузии?
4. Что такое кластер радиационных нарушений?

Вариант 7

1. Профиль распределения внедренных ионов.
2. Каким образом подбирают температуру диффузии примеси в полупроводниках?
3. В чем состоит принцип радиационно – стимулированной диффузии?
4. Дайте определение двухстадийной диффузии. В чем ее преимущества?

Вариант 8

1. Отжиг радиационных нарушений и активация примеси.
2. Какие механизмы диффузии в твердых телах Вам известны?
3. Перечислите основные гипотезы, объясняющие образование аморфного слоя.
4. Как выбирают примесь при проведении высокотемпературной примеси?

Вариант 9

1. Комбинирование процессов диффузии и ионной имплантации.
2. Перечислите основные методы осуществления процессов диффузии.
3. Перечислите основные достоинства и недостатки ионной имплантации.
4. Почему при проведении высокотемпературной диффузии происходит выделение второй фазы?

Тема. Литография

Вариант 1

1. Фоторезисты и фотошаблоны.
2. Чем определяется температура 1-й сушки?
3. Почему при рентгенолитографии в качестве шаблона используют кремний, а рисунок наносят золотой пленкой?
4. От чего в большей степени зависит разрешающая способность проекционной литографии?

Вариант 2

1. Техника проведения процесса литографии.
2. Что такое УКМ и для чего используется?
3. Почему при ионно – лучевой литографии можно получить более высокой разрешение, чем при использовании других методов?
4. Что такое разрешающая способность?

Вариант 3

1. Субмикронная технология (проекционная литография).
2. Какая сушка лучше термическая или ИК – и СВЧ? Почему?
3. В чем основное отличие контактной фотолитографии от остальных методов?
4. Для чего проводят обработку поверхности полупроводника перед нанесением резиста?

Вариант 4

1. Субмикронная технология (рентгенолитография).
2. Что такое транспарантный шаблон?
3. Перечислите известные Вам методы нанесения резиста? Какой из них используется наиболее часто?
4. Почему при контактной фотолитографии сложно получить разрешающую способность менее 1 мкм?

Вариант 5

1. Субмикронная технология (электронолитография).

2. Перечислите основные параметры резистов? Какой из них является основным?
3. Что такое литография?
4. Какой из литографических методов позволяет получить наиболее высокую разрешающую способность?

Вариант 6

1. Субмикронная технология (ионно – лучевая и лазерная литография).
2. Какие типы фоторезистов существуют?
3. Можно ли для экспонирования резиста использовать видимый свет и почему?
4. Как проводят совмещение резиста с шаблоном при контактной фотолитографии?

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

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

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

По результатам итогового контроля магистра 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 в первом 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.

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

Курс «Основы электронной компонентной базы» на образовательной платформе Moodle
<http://edu.dgu.ru/course/view.php?id=3457>

а) основная литература:

1. Пигучин И.Г., Таиров Ю.М. Технология полупроводниковых приборов. М.: Высшая школа, 1984., 288 С. – 1 (научная библиотека ДГУ).

2. Курносов А.И., Юдин В.В. Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. М.: Высшая школа, 1986, 367 С. – 1 (на кафедре экземпляр для преподавателя).
3. Технология микро -, опто - и нанoeлектроники. Ч.1. Раскин А.А., Прокофьев В.К. – М.:БИНОМ Лаборатория знаний, 2010, 164 С. 15 (научная библиотека ДГУ).
4. Технология микро -, опто - и нанoeлектроники. Ч.2. Рощин В.М., Силибин М.В. – М.:БИНОМ Лаборатория знаний, 2010, 180 С. - 15 (научная библиотека ДГУ).
5. Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks (www.iprbookshop.ru). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г.

б) дополнительная литература:

1. Лозовский В.Н., Константинова Г.С., Лозовский С.В. Нанотехнологии в электронике Введение в специальность.: Уч.пособие – СПб.:Изд-во «Лань», 2008 – 336 С. – 40 (в научной библиотеке ДГУ).
2. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии: Уч.пособие. – М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008 – 431 С.- – 10 (научная библиотека ДГУ).
3. Борисенко В.Е. Нанoeлектроника – М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009 – 223 С. – 15 (научная библиотека ДГУ).
4. Щука А.А. Нанoeлектроника – М.:Физматкнига, 2007 - 464 С. 1 (на кафедре экземпляр для преподавателя); свободный доступ: http://www.studmed.ru/schuka-aa-nanoelektronika_bb3cd1305b2.html#
5. Щука А.А. Электроника – СПб.: БХВ - Петербург, 2008 – 752 С. 1 (на кафедре экземпляр для преподавателя).
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 нанoeлектроника.:**

Интернет ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks (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 система «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 SpringerNature. Коллекция журналов, книг и баз данных издательства SpringerNature. Письмо РФФИ от 17.07.2020 г. № 743 о предоставлении лицензионного доступа к содержанию баз данных издательства SpringerNature в 2022 г. на условиях национальной подписки <https://link.springer.com/>
9. Журналы Royal Society of Chemistry. Базаданных RSC DATABASE издательства Royal Society of Chemistry ПисьмоРФФИот 20.10.2020 г. № 1196 опредоставлениилицензионногодоступаксодержаниюбазданных Royal Society of Chemistry в 2022 г. <http://pubs.rsc.org/>
10. ЭлектронныйкаталогНБДГУ[Электронныйресурс]:базаданныхсодержитсведенияовсехвидахлит,поступающихвфондНБДГУ/Дагестанскийгос.ун-т.–Махачкала,2010–Режимдоступа:<http://elib.dgu.ru>.
11. Федеральноехранилище«Единаяколлекцияцифровых образовательныхресурсов»<http://school-collection.edu.ru>.
12. СайтобразовательныхресурсовДаггосуниверситета<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 неперенным 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. 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: зачётно - 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.

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

Интернет ресурсы:

1. www.elsevierscience.ru
2. www.edu.ru
3. www.window.edu.ru
4. www.nisrussia.ru
5. www.neicon.ru
6. www.springerlink.cjm.journsis
7. www.biblioclub.ru - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».
8. www.iqlib.ru - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия.

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.