



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Современные методы диагностики материалов
электронной техники

Кафедра «Инженерной физики» факультета «Физический».

Образовательная программа
11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

Направленность (профиль) программы
Материалы и технологии электроники и нанoeлектроники

Уровень высшего образования
Магистратура

Форма обучения
очная

Статус дисциплины:
Базовая

Махачкала 2021

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО- магистратура по направлению подготовки 11.04.04- Электроника и наноэлектроника, программа магистратуры: Материалы и технологии электроники и наноэлектроники от «05» апреля 2017 №301.

Разработчик(и): кафедра инженерной физики
Кардашова Г.Д. – к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры инженерной физики от «29» июня 2021г., протокол № 10

Зав. кафедрой _____  _____ Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 30 » июня 2021г., протокол № 10.

Председатель _____  _____ Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «09» июля 2021г.

Нач. УМУ _____  _____ Гасангаджиева А.Г.

Оглавление

Аннотация рабочей программы дисциплины	4
1. Цели освоения дисциплины	5
2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры	6
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).....	7
4. Объем, структура и содержание дисциплины.	9
4.1. Объем дисциплины.....	9
4.2. Структура дисциплины.	9
4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).	10
4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.....	10
4.3.2. Темы семинарских и практических занятий	12
Лабораторные работы.....	13
Темы самостоятельных работ	13
5. Образовательные технологии	14
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.	15
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.....	16
7.1. Типовые контрольные задания.	17
7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.	30
8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.	31
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.	32
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.	33
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.	34
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	35

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Современные методы диагностики материалов электронной техники» входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника».

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой Инженерная физика.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с современными методами выявления и установления кристаллической структуры, элементного и фазового состава конденсированных систем: зондовая микроскопия, сканирующая туннельная микроскопия, атомно-силовая микроскопия (элементный и фазовый состав, дефектная субструктура, морфология кристаллитов, кристаллогеометрия); применение компьютерных программ для обработки экспериментальных результатов.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных - *ПК- 2 (ПК-2.1), ПК-3(ПК-3.1, ПК-3.2)*.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме индивидуальное собеседование, письменные контрольные задания, коллоквиума, тестирование и пр. и контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Очная форма обучения

Семестр	Учебные занятия							Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:							
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе зачет	
		всего	из них					
			Лекции и	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации	
11	72	30	10	10	10			42
								зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины является формирование у магистрантов базовых знаний по оценке текущего технического состояния материалов электронной техники, выбору наиболее информативных диагностических признаков об их состоянии, методов сбора и обработки диагностической информации, выбору средств и методов принятия решений, планированию работ по техническому обслуживанию и ремонту электронных средств (ЭС).

При изучении дисциплины обеспечивается подготовка по технике и технологии электрической, тепловой и виброакустической диагностики электронных средств, анализу основных дефектов ЭС и их диагностическим признакам, основам контролепригодного проектирования устройств. Особое внимание уделяется рассмотрению методов диагностического моделирования, начиная с ранних этапов проектирования ЭС.

Задачами дисциплины являются: изучение физических основ современных методов анализа элементного состава, и структуры; изучение принципов построения оборудования и экспериментальной реализации этих методов; изучение основных расчетных методик, используемых для анализа экспериментальных данных.

Модуль базируется на фундаментальных курсах математической и теоретической физики, физики полупроводников и подготавливает к изучению и использованию полупроводниковых наноструктур в электронных, оптических и оптоэлектронных приборах в рамках образовательной программы, а также к выполнению самостоятельной научной работы.

Основные разделы программы курса: Техническое диагностирование, Математические модели диагностирования ЭС, Физические основы сканирующей туннельной микроскопии и атомно-силовой микроскопии, Применение зондовых методов при исследовании структуры и состава наноматериалов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Современные методы диагностики материалов электронной техники» входит в базовую (*вариативную*) часть образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника».

Для освоения дисциплины требуются знания и умения, приобретенные обучающимися в результате освоения ряда предшествующих дисциплин (разделов дисциплин), таких как:

- Технология наноматериалов и структур
- Новые направления физического материаловедения
- Полупроводниковая оптоэлектроника
- Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники,

а также знание английского языка для чтения научной литературы, необходимой для подготовки докладов на семинарах и в области математики.

Программа дисциплины включает представления о методах исследования материалов, структур и компонентов электронной техники, методы метрики готовых материалов и структур, методы активной метрики, построение систем контроля параметров полупроводниковых приборов и интегральных схем.

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

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ПК-2. Способен разработать, контролировать и корректировать технологические маршруты и технологические процессы изготовления изделий "система в корпусе"	ПК-2.1. Способен согласовать техническое задание на технологический маршрут изготовления изделий "система в корпусе"	Знает эксплуатационные и ресурсные характеристики основных материалов, используемых для изготовления изделий "система в корпусе". Умеет составлять и согласовывать техническое задание на разработку технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе". Владеет навыками определения технического уровня проектируемого технологического маршрута на изготовление изделий "система в корпусе".	Устный опрос. Круглый стол. Проверка рефератов, выступление на семинарах
ПК-3. Способен руководить подразделениями по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	ПК-3.1. Способен организовать и контролировать процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	Знает: - назначение и правила эксплуатации измерительных и технологических средств, используемых в производстве; - методы анализа и статистической обработки данных. Умеет: - планировать проведение работ по измерению параметров и процессов модификации свойств наноматериалов и наноструктур; - собирать, анализировать и	Устный опрос. Круглый стол. Проверка рефератов, выступление на семинарах

		обобщать данные; - проводить статистическую обработку данных. Владеет: - навыками составления рабочих планов на проведение процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; - навыками контроля сроков и качества выполнения процессов измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур подчиненными работниками; - навыками расчета потребности подразделения в средствах измерений, оборудовании, расходных материалах, составление заявок на их приобретение; - навыками контроля исправности и сохранности оборудования, расходных материалов, стандартных (эталонных, контрольных) образцов, коммуникаций, производственного инвентаря и индивидуальных средств защиты.	
	ПК-3.2. Способен согласовать и утверждать технические задания на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	Знает: - углубленные знания о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении модифицируемых наноматериалов и наноструктур; - назначение, устройство и принцип действия оборудования для измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; - основные методы	Письменный опрос; Круглый стол. Презентация докладов

		измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур. Умеет: - оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования для измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; - оценивать временные затраты на стандартные и нестандартные методы измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур. Владеет: - навыками оценки рисков внедрения новых методов и оборудования измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур; - навыками согласования и утверждение технических заданий на модернизацию и внедрение новых методов и оборудования для измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур.	
--	--	---	--

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины

составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Самостоя- тельная	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма
------------------	--------------------------------------	----------------	---------------	---	------------------------------	---

				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		промежуточной аттестации (по семестрам)
	Модуль 1.								
1	Техническое диагностирование. Системы диагностирования. Математические модели диагностирования ЭС	11		2	2	2		10	(ЛР), (ДЗ), (С)
2	Физические основы сканирующей туннельной микроскопии и атомно-силовой микроскопии.	11		3	3	3		10	(ЛР), (ДЗ), (С)
	Итого по модулю 1:			5	5	5		20	
	Модуль 2								
3	Применение зондовых методов при исследовании структуры и состава наноматериалов.	11		3	3	3		10	(ЛР), (ДЗ), (С)
4	Контролепригодность объектов диагностирования.			2	2	2		12	(ЛР), (ДЗ), (С)
	Итого по модулю 2:			5	5	5		22	
	ИТОГО: 72			10	10	10		42	

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1

Техническое диагностирование. Системы диагностирования.

Математические модели диагностирования ЭС.

Введение. Техническое диагностирование - этап обеспечения надежности систем. Содержание технической диагностики. Основные понятия, термины и определения. Функциональное диагностирование. Тестовое диагностирование. Математическая модель диагностирования параметрических отказов элементов ЭС.

Физические основы сканирующей туннельной микроскопии и атомно-силовой микроскопии.

Сканирующий туннельный микроскоп. Атомно-силовой микроскоп. Электросиловой микроскоп. Магнитно- силовой микроскоп. Ближнепольный оптический микроскоп. Физические основы СТМ. Устройство СТМ. Туннельный переход. Получение зависимости туннельного тока между образцом и зондом.

Модуль 2

Применение зондовых методов при исследовании структуры и состава наноматериалов.

Туннельная микроскопия 2D подложек. Туннельная спектроскопия для определения параметров проводимости структур. Изучение наноразмерных структур на поверхности трехмерных макрообъектов.

Контролепригодность объектов диагностирования.

Показатели контролепригодности и их выбор. Категории контролепригодности объектов диагностирования. Условия диагностируемости и контролепригодности объектов. Выбор показателей и оценка уровня контролепригодности для электронной системы. Определение глубины поиска неисправностей и полноты проверки ЭС.

модуль	Содержание темы
1.	<u>Лекция 1.</u> Техническое диагностирование. Системы диагностирования. Математические модели диагностирования ЭС. Содержание технической диагностики. Основные понятия, термины и определения. Функциональное диагностирование. Тестовое диагностирование. Организация диагностирования сложных объектов. Методология диагностирования. Диагностирование – системная задача этапов проектирования, производства и эксплуатации. Общая методика решения задачи диагностирования. Показатели и критерии эффективности диагностирования. Алгоритм диагностирования электронных средств. Математическая модель диагностирования внезапных отказов ЭС <u>Лекция 2.</u> Физические основы сканирующей туннельной микроскопии и атомно-силовой микроскопии. Принцип работы и устройство сканирующего туннельного микроскопа. Туннелирование. Аппаратура для СТМ. Измерительные методики СТМ. Физические принципы работы атомно-силового микроскопа. Режимы работы атомно-силового микроскопа: контактный, бесконтактный, полуконтактный.

2.	<u>Лекция 3.</u> Применение зондовых методов при исследовании структуры и состава наноматериалов. Физические основы взаимодействия зонда с образцом. Методики СБОМ. Конфигурации СБОМ. Изучение наноразмерных структур на поверхности трехмерных макрообъектов. Применение АСМ для измерения типа проводимости. Применение СЕМ для расчета концентрации электрически активных примесей <u>Лекция 4.</u> Контролепригодность объектов диагностирования. Контролепригодность объектов диагностирования. Показатели контролепригодности и их выбор. Категории контролепригодности объектов диагностирования. Условия диагностируемости и контролепригодности объектов.

4.3.2. Темы семинарских и практических занятий

Техническое диагностирование. Системы диагностирования. Математические модели диагностирования ЭС.

Содержание технической диагностики. Основные понятия, термины и определения. Диагностирование – системная задача этапов проектирования, производства и эксплуатации. Традиционные методы диагностирования ЭС. Математические модели диагностирования ЭС. Сравнительный анализ методов диагностирования. Метод справочников неисправностей.

Физические основы сканирующей туннельной микроскопии и атомно-силовой микроскопии.

Режимы работы сканирующего туннельного микроскопа. Подготовка образцов для исследования материалов. Топографический режим. Токовый режим. Метод сканирующей туннельной спектроскопии (СТС). Исследование дифференциальной вольт-амперной характеристики (ВАХ). Выбор и подготовка подложек, требования к размерам и форме образца, состоянию его поверхности. Физические основы атомно-силовой микроскопии. Подготовка образцов для исследования материалов с помощью атомно-силового микроскопа. Физические основы АСМ. Режимы работы атомно-силового микроскопа: контактный, бесконтактный, полуконтактный. Методика наноиндентирования. Методы детектирования отклонения кантилевера. Выбор и подготовка подложек, требования к размерам и форме образца, состоянию его поверхности.

Применение зондовых методов при исследовании структуры и состава наноматериалов.

Туннельная микроскопия 2D подложек. Туннельная спектроскопия для определения параметров проводимости структур. Использование методов СТМ

для получения топографического изображения поверхностей. Использование методов СЗМ для исследования наноструктур и поверхности твердого тела.

Контролепригодность объектов диагностирования

Определение глубины поиска неисправностей и полноты проверки. Выбор показателей и оценка уровня контролепригодности для электронной системы. Определение требований по безопасности, ремонтпригодности и контролепригодности.

Лабораторные работы

№1 Конструкция и принцип действия сканирующего туннельного микроскопа

№2 Конструкция и принцип действия атомно-силового микроскопа.

№3 Конструкция и принцип действия магнитно-силового микроскопа.

№4 Методы подготовки объекта исследования в атомно-силовой микроскопии.

Темы самостоятельных работ

Рентгеноспектральный анализ элементного состава вещества.

Сплошной и характеристический рентгеновский спектр. Работа рентгеновской трубки. Флюоресцентное излучение. Явления, сопровождающие прохождение рентгеновских лучей через вещество. Закон поглощения рентгеновских лучей, рентгеновская дефектоскопия, фильтрация рентгеновского излучения. Методы возбуждения рентгеновских спектров. Спектрометры рентгеновского излучения с волновой и энергетической дисперсией. Микрорентгеноспектральный анализ, схема прибора, особенности применения. Возможности метода.

Диагностика состава поверхностного слоя материалов методами электронной спектроскопии.

Сущность методов электронной спектроскопии, Оже- электронные и рентгеновские фотоэлектронный спектры. Информационная глубина. Схема спектрометров. Элементная чувствительность. Подготовка образцов. Изучение профилей распределения концентрации по глубине. Качественный и количественный Оже- и ЭСХА- анализ. Характеристика применений.

Способы регистрации рентгеновской дифракционной картины. Работа рентгеновского дифрактометра.

Приложения рентгеновских методов.

Рассеяние рентгеновских лучей электроном. Поляризация рассеянного излучения. Рассеяние атомов - атомная амплитуда когерентного рассеяния рентгеновских лучей. Рассеяние кристаллом - структурная амплитуда рассеяния. Влияние температуры на интенсивность дифракционной картины. Интегральный коэффициент отражения.

Идентификация вещества по данным межплоскостных расстояний. Фазовый анализ материалов. Возможности количественного и качественного анализа.

Прецизионное определение параметров кристаллической решетки и его приложения в материаловедении. Оценка точности. Метод Бонда. Рентгенографическое определение напряжений 1 рода, коэффициентов теплового расширения, исследование твердых растворов.

Анализ уширения профиля рентгеновских дифракционных максимумов. Оценка величины областей когерентного рассеяния и величины микроискажений в кристаллах.

Влияние текстуры на дифракционную картину поликристаллов. Понятие о полюсных фигурах.

Методы исследования субструктуры монокристаллов. Геометрия и разрешающая способность методов Шульца, Фудживары, Брегга-Баррета. Рентгеновская дифракционная топография. Исследование индивидуальных дефектов в совершенных кристаллах методами Ланга и ИПРЛ.

Растровая электронная микроскопия.

Основные принципы электронно-зондового анализа и взаимодействие электронного пучка с образцом. Схема РЭМ и особенности формирования изображения. Виды контраста в РЭМ. Разрешающая способность и качество изображения. Дополнительная обработка сигнала в РЭМ для получения информации. Подготовка образцов различных материалов для исследования с помощью РЭМ. Области применений.

5. Образовательные технологии

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

Информационные технологии.

Проблемное обучение.

Индивидуальное обучение.

Междисциплинарное обучение.

Опережающая самостоятельная работа.

Для достижения определенных компетенций используются следующие формы организации учебного процесса: лекция (информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), практическое занятие, лабораторные занятия, семинарские занятия, самостоятельная работа, консультация. Допускаются комбинированные формы проведения занятий, такие как лекционно-практические занятия.

Преподаватель самостоятельно выбирает наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласует 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:

самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;

поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины и формирует необходимые компетенции;

решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность студентов.

По лекционному материалу подготовлено учебное пособие, конспекты лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **Power Point**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Дагтосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Промежуточный контроль.

В течение семестра студенты выполняют:

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

Итоговый контроль.

Зачет в конце 11 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

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

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, зачеты; 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) 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 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.

1. Отображение поверхности методами СЗМ на наноуровне, трение и адгезия.
2. Зондовая микроскопия углеродных нанотрубок.
3. Ближнепольные оптические зонды: изготовление, свойства и контроль параметров.
4. Сканирующая зондовая микроскопия при низких температурах.
5. Использование СЗМ в нанотрибологии.
6. Исследование морфологии рельефа методом сканирующей туннельной микроскопии.
7. СЗМ и определение характеристик материалов.
8. СЗМ и наномеханика.
9. Ближнепольная микроскопия и литография.
10. Сканирующая зондовая микроскопия в жидкостях.
11. Физические эффекты в туннельно-зондовой нанотехнологии.
12. Методы литографии и манипуляции в атомно-силовой микроскопии.
13. Зондовые нанотехнологии создания элементной базы нанoeлектроники.
14. Использование СЗМ для исследования трения и износа на атомарном уровне.
15. Использование СЗМ для исследования наномасштабных механических свойств.
16. Методы термической АСМ.
17. Современные приложения СТМ для анализа и модификации поверхности.
18. Оптические константы. Экспериментальные методы определения оптических констант.
19. Определение концентрации по оптическому поглощению.

20. Спектральные приборы для исследования оптических свойств п/п-в.
21. Метод рентгеноспектрального анализа и растровой электронной микроскопии.

**Вопросы для коллоквиумов, собеседования для проверки
уровня обученности.**

1. Основные принципы и понятия микроэлектроники.
2. Элементы и компоненты микросхем.
3. Классификация микросхем по функциональным и конструкторско-технологическим признакам.
4. Активные элементы интегральных микросхем.
5. Особенности структуры биполярных транзисторов полупроводниковых микросхем.
6. Диодные структуры в микроэлектронике.
7. Транзисторные структуры специального назначения: многоэмиттерные и многоколлекторные транзисторы, транзисторы с диодом Шотки.
8. Конструктивные особенности МДП транзисторов интегральных микросхем.
9. Структура и принцип действия транзисторных элементов памяти постоянных запоминающих устройств.
10. Приборы с зарядовой связью.
11. Исторические этапы развития оптической электроники.
12. Взаимодействие электромагнитного излучения с атомными системами и твердыми телами.
13. Физические основы оптоэлектроники.
14. Элементы оптоэлектронных устройств.
15. Источники излучения, полупроводниковые лазеры, светоизлучающие диоды. Фотоприемники.
16. Компоненты оптических схем и световоды.
17. Волоконно-оптические линии связи.
18. Модуляторы, дефлекторы и преобразователи электрических сигналов.
19. Оптические методы обработки информации. Оптические характеристики твердых тел.
20. Механизмы оптического поглощения, влияние внешних воздействий на свойства твердых тел.
21. Отображение информации. Оптоэлектронные датчики и преобразователи.
22. Оптические запоминающие устройства.
23. Основные направления и перспективы развития оптоэлектроники.
24. Акустоэлектронные эффекты и явления в различных континуальных средах, а также возможность создания акустоэлектронных устройств (АЭУ) для обработки, передачи и хранения информации с использованием динамических неоднородностей акустической и (или) электромагнитной природы.

25. Принципы взаимного преобразования акустических и электрических сигналов.
26. Пьезоэлектрические преобразователи.
27. Приборы на поверхностных акустических и магнитостатических волнах (ПАВ и МСВ).
28. Конструирование многофункциональных устройств на ПАВ, МСВ.
29. Магнитоэлектронные эффекты и явления в магнитоупорядоченных континуальных средах, а также возможность создания приборов и устройств хранения и обработки информации с использованием динамических неоднородностей магнитоэлектронной природы.
30. Базовые эффекты и явления: эффект Холла, магниторезистивный эффект, намагничивание ферромагнетиков, образование и взаимодействие магнитных доменов, воздействие внешнего магнитного поля на размеры и поведение доменов.
31. Динамические неоднородности: цилиндрические магнитные домены, границы доменов, точки Блоха, магнитные вихри Абрикосова, магноны.
32. Континуальные среды: ферромагнитные тонкие пленки феррит-гранатов и феррит-шпинелей, сверхпроводники первого и второго рода.
33. Основные МЭУ: ЗУ, линии задержки, процессоры сигналов, логические элементы. Достоинства МЭУ. Недостатки МЭУ.
34. Диэлектрические среды: пьезоэлектрики, пироэлектрики, сегнетоэлектрики, сегнетомагнетики.
35. Электрические домены, фазоны, флуктоны.
36. Явления в слоистых структурах на основе диэлектрических, металлических и полупроводниковых сред.
37. Механизмы переноса носителей заряда в пленочных системах.
38. Токи через тонкие диэлектрические пленки, надбарьерная эмиссия, туннелирование; токи, ограниченные пространственным зарядом.
39. Устройства диэлектрической электроники: элементы памяти, процессоры, диэлектрические диоды и транзисторы.
40. Особенности физических процессов в полупроводниках при низких температурах.
41. Приборы на эффекте Джозефсона.
42. Логические элементы на сверхпроводниках.

Тестовые задания.

Задание 1

Вопрос:

Какими инструментами пользуются нанотехнологи?

Выберите один из 4 вариантов ответа:

- 1) туннельным микроскопом
- 2) опытным микроскопом
- 3) дрелью

4) 3d микроскопом

Задание 2

Вопрос:

Что такое нано?

Выберите один из 3 вариантов ответа:

- 1) одна миллиардная
- 2) одна миллионная
- 3) одна десятая

Задание 3

Вопрос:

На сегодняшний день нанотехнологии делят на три направления. Какие?

Выберите несколько из 5 вариантов ответа:

- 1) сборка из отдельных атомов любых веществ и объектов
- 2) сборка необычных объектов и веществ
- 3) изготовление электронных схем размером до нескольких атомов
- 4) создание роботов
- 5) создание наномашин (механизмов размером в несколько атомов)

Задание 4

Вопрос:

Наночастицы принадлежат одному из измерений:

Выберите один из 3 вариантов ответа:

- 1) от 1 до 1 000 000 000 нанометров
- 2) от 1 до 100 нанометров
- 3) от 1 до 2 нанометров

Задание 5

Вопрос:

Как называется знаменитая книга Э. Дрекслера, посвящённая нанотехнологии?

Запишите ответ:

Задание 6

Вопрос:

В каком году Р. Фейнман выдвинул идею о развитии нанотехнологии?

Запишите число:

Задание 7

Вопрос:

Сопоставьте учёных и их достижениями в области нанотехнологий:

Укажите соответствие для всех 4 вариантов ответа:

- 1) предсказал первое упоминание о методах, которые впоследствии назовут нанотехнологиями
- 2) ввёл термин «нанотехнологии»
- 3) издал книгу «Машины созидания: наступление эры нанотехнологий»
- 4) создал транзистор на основе нанотехнологий

___ Норрио Танигути ___ Эрик Дрекслер

___ Ричард Фейнман ___ Сеез Деккер

Задание 8

Вопрос:

Согласны ли вы?

Укажите истинность или ложность вариантов ответа:

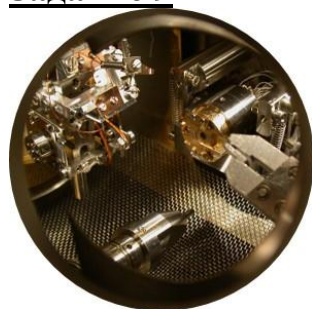
___ Нанотехнологии обеспечивают возможность создавать и модифицировать объекты, которые включают компоненты с размерами более 1000 нанометров, принципиально нового качества.

___ Важнейшей составной частью нанотехнологии являются наноматериалы.

___ Говоря о наночастицах, обычно предполагают, что их размеры от 0,01 нанометра до 1 000 нанометров.

___ Нанотехнологии применяют новейшие технологии манипулирования единичными атомами или молекулами (перемещение, перестановки, новые сочетания).

Задание 9



Вопрос:

В каком году изобрели учёные из IBM первый инструмент для манипуляции атомами – туннельный микроскоп?

Запишите число:

Задание 10

Вопрос:

В каких сферах деятельности людей прогресс в применении нанотехнологий уже виден на сегодняшний день?

Выберите несколько из 10 вариантов ответа:

- 1) медицина 2) спорт
- 3) педагогика 4) сельское хозяйство
- 5) электроника 6) энергетика
- 7) экология 8) пищевая промышленность
- 9) биология 10) лёгкая промышленность

Вопрос 8

Способ получения наночастиц "сверху вниз" предполагает

Варианты ответов

- Уменьшение материала до наноразмерных частиц
- Получение наночастицы, собирая его из отдельных атомов и молекул
- Удаление из обрабатываемого материала ненужных элементов до получения наночастиц

Вопрос 9

Способ получения наночастиц "снизу вверх" предполагает

Варианты ответов

- Уменьшение материала до наноразмерных частиц
- Получение наночастицы, собирая его из отдельных атомов и молекул
- Удаление из обрабатываемого материала ненужных элементов до получения наночастиц

Вопрос 10

Соотнесите углеродные наночастицы с классификацией наночастиц

Варианты ответов

- КВАНТОВЫЕ НИТИ
- КВАНТОВЫЕ ПЛОСКОСТИ
- КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ

Вопрос 11

Соотнесите изображение наночастиц с их названием

Варианты ответов

- Углеродная нанотрубка
- Фуллерен
- Графен

Вопрос 12

Соотнесите углеродные наночастицы с характерными им свойствами

Варианты ответов

- углеродная нанотрубка
- фуллерен
- графен

Процесс, состоящий в ограниченном смещении или ориентации связанных зарядов в диэлектрике при воздействии на него электрического поля, называется...

- 1) анизотропией
- 2) поляризацией
- 3) деформацией
- 4) пробоем

К основным свойствам проводниковых материалов относятся...

- 1) теплопроводность, контактная разность потенциалов, предел прочности, твердость
- 2) пластичность, магнитная проницаемость
- 3) сила тока, напряжение, мощность, сопротивление термо-ЭДС
- 4) удельная проводимость температурный коэффициент удельного сопротивления, термо-ЭДС, предел прочности при растяжении

Вопрос 1

Какой метод не относится к основным методам получения углеродных нанотрубок и нановолокон?

- Дуговой
- Лазерно-термический
- Пиролитический
- Биотехнологический

Какими обязательными свойствами должен обладать кантилевер?

- Должен проводить электрический ток
- Должен быть выполнен из магнитного материала
- Должен быть выполнен из закалённой стали

должен быть гибким с известной жесткостью

Какой из микроскопов изобретён позже остальных?

Сканирующий силовой микроскоп

Сканирующий туннельный микроскоп

Растровый микроскоп

Просвечивающий электронный микроскоп

Кто ввел в научную литературу термин наноматериалы?

Г. Глейтер

Ж. И. Алферов

Р. Фейнман

Э. Дрекслер

Если поместить тонкий слой полупроводника с широкой запрещённой зоной между двумя полупроводниками с узкой запрещённой зоной то получится:

Квантовая точка

Квантовая яма

Квантовый барьер

Квантовая игла

Как называется самая высокая энергетическая зона в энергетическом спектре полупроводников?

Зона проводимости

Запретная зона

Валентная зона

Квантовая зона

Какая величина не входит в уравнение Гиббса-Томсона?

Температура плавления

Свободная поверхностная энергия

Изменение теплосодержания

Вязкость кристаллита

Что такое молекулярный ассемблер?

Мельчайшая частица атома

Молекулярная машина, которая запрограммирована строить молекулярную структуру из более простых химических блоков

Субклеточная частица

Коллоидный ансамбль ПАВ

Какая из наноструктур является термодинамически неустойчивой?

Микроэмульсия

Мицеллы

Углеродные нанотрубки

Наноструктуры, формирующиеся интенсивной пластической деформацией

Что означает уравнение Гиббса-Томсона?

Взаимосвязь поверхности объекта и его объема

Взаимосвязь температуры плавления кристаллита и вязкости

Взаимосвязь изменения теплосодержания кристаллита и его состава

Взаимосвязь температуры плавления кристаллита и кривизны ограничивающей его поверхности

В каком микроскопе используется кантилевер?

Сканирующий силовой микроскоп

Сканирующий туннельный микроскоп

Растровый микроскоп

Просвечивающий электронный микроскоп

Работа сканирующего туннельного микроскопа основана на:

Дифракции рентгеновских лучей

Эффекте туннелирования электронов через тонкий диэлектрический промежуток между проводящей поверхностью образца и сверхострой иглой

Просвечивании образца рентгеновскими лучами

Просвечивании образца пучком электронов при ускоряющем напряжении 200-400 кВ

Обращаются ли в нуль волновые функции на границе квантовой ямы

Да

Нет

Вопрос поставлен некорректно

Ответ зависит от ширины квантовой ямы

Помещая тонкий слой полупроводника с узкой запрещённой зоной между двумя слоями материала с более широкой запрещённой зоной, получают:

Квантовую точку

Квантовую яму

Квантовый барьер

Квантовую иглу

Почему квантовые точки называют искусственными атомами?

Квантовая точка, как и атом, имеет ядро
Квантовая точка может вступать в химические реакции подобно атомам
Квантовая точка имеет размеры атома
В квантовой точке движение ограничено в трёх направлениях и энергетический спектр полностью дискретный, как в атоме

Что такое фуллерен?

Железосодержащая наноструктура, используемая в медицине
Углеродная нанотрубка
Семейство шарообразных полых молекул общей формулы C_n
Плоский лист графита мономолекулярной толщины

Что такое кантилевер?

Компьютерный блок в силовом микроскопе
Компьютерная программа обработки данных сканирующего микроскопа
Зонд в сканирующем силовом микроскопе
Подложка для образцов в растровом микроскопе

Как величина туннельного тока при работе туннельного микроскопа зависит от расстояния между острием иглы и исследуемым образцом?

Линейно возрастает с уменьшением расстояния
Линейно уменьшается с уменьшением расстояния
Экспоненциально возрастает с уменьшением расстояния
Экспоненциально уменьшается с уменьшением расстояния

По номенклатуре ИЮПАК фуллерен C_{70} обозначается символом $(C_{70}-I_{5h})[5,6]$. Что означают цифры в квадратных скобках?

Группу симметрии
Литературные ссылки
Диаметр фуллерена в нанометрах
Число атомов в кольцах

Соединения фуллеренов, в которых присоединённые атомы, ионы или молекулы находятся снаружи углеродной оболочки, называются:

Экзоэдральные соединения
Эндоэдральные соединения
Супрадральные соединения
Парадральные соединения

Как меняется вклад межфазной области в общие свойства объекта при уменьшении его размера?

При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта уменьшается

При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта увеличивается

При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта проходит через максимум при 100 нм

При уменьшении размера объекта вклад межфазной области в общие свойства объекта проходит через минимум при 100 нм

Что означает относящийся к созданию нанобъектов термин "Bottom up"?

Диспергирование, уменьшение размера нанобъектов

Создание наноструктурированного слоя на поверхности объекта

Структурообразование, создание наноструктур из атомов и молекул

Создание наноструктурированного слоя методом сублимации вещества

Что такое квантовая точка?

Квантовая точка представляет собой нанобъект одного материала находящийся на матрице из другого материала

Элементарная структура квантового излучения

Наноразмерный разрыв в электромагнитном излучении

Квант, находящийся в электромагнитном поле

Что такое нанотрубки?

Протяженные структуры, состоящие из свёрнутых гексагональных сеток с атомами углерода в узлах

Семейство шарообразных полых молекул общей формулой C_n

Протяженные структуры из углеродных переплетённых цепей

Металлоорганические витые полимеры

Какое из высказываний соответствует определению нанотехнологии, данному в Национальной нанотехнологической инициативе США?

Нанотехнология - это технология создания наноматериалов

Нанотехнология - это технология будущего

Сущность нанотехнологии в способности работать на молекулярном уровне, атом за атомом создавать большие структуры с фундаментально новой молекулярной организацией

Суть нанотехнологии в создании наномеханизмов

Что такое CVD?

Испарение и осаждение в инертной среде

Испарение и осаждение в реакционной среде с получением новых соединений
Самораспространяющийся высокотемпературный синтез
Электронный чип на основе квантовой точки

В каких устройствах применяется магнитная жидкость?

Кинескопы
Транзисторы
Устройства смазки магнитных лент
Динамики

Что означает относящийся к созданию нанобъектов термин "Top down"?

Диспергирование, уменьшение размера объекта
Структурообразование, создание наноструктур из атомов и молекул
Создание наноструктурированного слоя на нижней поверхности объекта
Создание наноструктурированного слоя осадительными методами

Что такое размерный эффект в технологии наноматериалов?

Изменение свойств нанобъектов в зависимости от размера элементов их структуры
Изменение размера нанобъектов в зависимости от внешних условий
Изменение свойств нанобъектов в зависимости от внешних условий
Изменение размера нанобъектов в зависимости от состава

Что означает термин "нано"?

Нано (по-гречески nanos) означает карлик
Нано (по-древнегермански nanog) означает гном
Нано (по-итальянски nano) означает маленький человек
Нано (по-испански nanos) означает мелкое животное

Почему квантовые точки называют искусственными атомами?

Квантовая точка, как и атом, имеет ядро
Квантовая точка может вступать в химические реакции подобно атомам
Квантовая точка имеет размеры атома
В квантовой точке движение ограничено в трёх направлениях и энергетический спектр полностью дискретный, как в атоме

Укажите правильную последовательность видов литографии в зависимости от уменьшения размера получаемых элементов интегральных схем (ИМС)

Оптическая › УФ-литография › Рентгеновская › Электронно-лучевая
Электронно-лучевая › Рентгеновская › УФ-литография › Оптическая
Рентгеновская › УФ-литография › Оптическая › Электронно-лучевая
УФ-литография › Оптическая › Электронно-лучевая › Рентгеновская

Что такое прекурсор?

Аппарат для получения наночастиц

Любое исходное вещество в химической реакции получения наночастиц

Исходное вещество, которое становится необходимой, существенной частью продукта

Вещество-катализатор при получении наночастиц

Темы рефератов.

1. Физические основы и элементная база оптоэлектроники.
2. Светоизлучающие полупроводниковые приборы.
3. Полупроводниковые приемники излучения.
4. Световоды.
5. Криоэлектроника.
6. Акустоэлектроника.
7. Магнитоэлектроника.
8. Диэлектрическая электроника.
9. Приборы на эффекте Ганна.
10. Приборы с зарядовой связью.
11. Аморфные полупроводники и приборы на их основе.
12. Органические полупроводники и возможности их применения в электронной технике.
13. Приборы на основе арсенида галлия.
14. Биоэлектроника.
15. Хемотроника.
16. Фотоумножители на микроканальных пластинах.
17. Электронно-оптические преобразователи.
18. Применение волоконно-оптических и микроканальных пластин для усиления яркости изображения.
19. Лазеры на парах металлов.
20. Эксимерные лазеры.
21. Полупроводниковые лазеры.
22. Гетеропереходы и их применение в приборах.
23. Новые приборы на основе арсенида галлия.
24. Твердотельные приборы на основе соединений элементов второй и шестой групп.
25. Твердотельные приборы на основе соединений элементов четвертой группы.
26. Жидкокристаллические системы отображения информации.

27. Физика электролюминесцентных панелей.
28. Системы отображения информации на основе полупроводниковых приборов.
29. Газоразрядные индикаторные панели в системах отображения информации.
30. Новые электронно-лучевые приборы.

Рекомендации к последовательности выполнения реферата.

Изучение проблемы по материалам, доступным в Интернете:

Согласовать название сообщения.

Написать тезисы реферата по теме.

Выразить, чем интересна выбранная тема в наши дни.

Подготовить презентацию по выбранной теме.

Сделать сообщение на мини-конференции.

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

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 60 % и промежуточного контроля – 40 %. Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 25 баллов,
- выполнение лабораторных заданий –,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 25 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 5 баллов,
- письменная контрольная работа - 15 баллов,
- тестирование - 15 баллов.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в зачетную систему:

«0 – 50» баллов – незачет

«51 – 100» баллов – зачет

Шкала оценивания при тестировании:

«отлично» - 90-100% правильных ответов;

«хорошо» - 75-89% правильных ответов;

«удовлетворительно» - 60-74% правильных ответов;

«неудовлетворительно» - 59% и меньше правильных ответов.

При проведении тестирования, студенту запрещается пользоваться дополнительной литературой.

Критерии оценки за рефераты:

Оценка «отлично» – выполнены все требования к написанию и защите реферата: обозначена проблема и обоснована ее актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объем, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» – основные требования к реферату и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем реферата; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.

Оценка «удовлетворительно» – имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности, тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата или при ответе на дополнительные вопросы; во время защиты отсутствует вывод.

Оценка «неудовлетворительно» – тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

Рыков, Сергей Александрович.

Сканирующая зондовая микроскопия полупроводниковых материалов и наноструктур : Учеб. пособие для вузов / Рыков, Сергей Александрович ; Под общ. ред. В.И.Ильина, А.Я.Шика. - СПб. : Наука, 2001. - 52 с. - (Новые разделы физики)

Еловацкий, С.С. Электронная спектроскопия поверхности и тонких плёнок / С. С. Еловацкий ; МГУ им. М.В.Ломоносова, Физ. фак. - М. : МГУ, 1992. - 93 с. ; 21 см. - (Физика). - Библиогр.: с. 90-91 (22 назв.).

Филимонова Н.И. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Сканирующая зондовая микроскопия. Часть I [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.И. Филимонова, Б.Б. Кольцов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский

государственный технический университет, 2013. — 134 с. — 978-5-7782-2158-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45104.html>

Величко А.А. Методы исследования микроэлектронных и наноэлектронных материалов и структур. Часть II [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Величко, Н.И. Филимонова. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 227 с. — 978-5-7782-2534-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45105.html>

5. Величко А.А. Определение толщины эпитаксиальных слоев и ширины запрещенной зоны полупроводников методом ИК Фурье-спектроскопии [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А.А. Величко, Б.Б. Кольцов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 28 с. — 978-5-7782-1924-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45125.html>

б) дополнительная литература:

Вудраф, Д. Современные методы исследования поверхности / Д. Вудраф, Т. Делчар ; пер. с англ. Е.Ф.Шека; под ред. В.И.Раховского. - М. : Мир, 1989. - 568 с. : ил. ; 22 см.

Нефедов Ю.Я. Методы диагностики параметров высокоинтенсивных импульсных источников ионизирующих излучений [Электронный ресурс] : курс лекций / Ю.Я. Нефедов, В.Т. Пунин. — Электрон. текстовые данные. — Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2010. — 125 с. — 978-5-9515-0138-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18439.html>

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

1) eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999 — . Режим доступа:

<http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 01.04.2017). — Яз. рус., англ.

2) Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. — Махачкала, г. — Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. — URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.03.2018).

3) 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>, свободный (дата обращения: 21.03.2018).

4) Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
Федеральный центр образовательного законодательства
<http://www.lexed.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. 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
<i>Лекция</i>	<i>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.</i>
<i>Практические занятия</i>	<i>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.</i>

<i>Реферат</i>	<i>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.</i>
<i>Подготовка к зачету</i>	<i>При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.</i>

Лекционный курс. Лекция является основной формой обучения в ВУЗе. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов.

Записи должны быть избирательными, своими словами, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения аккумуляирования энергии особое значение имеют материалы и схемы аккумуляирования, поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все схемы, сделанные преподавателем на доске. Вопросы, возникающие у студентов в ходе лекции, рекомендуются задавать после окончания лекции.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий, подготовке к семинарским занятиям.

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

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

Для усвоения дисциплины используются электронные базы учебно-методических ресурсов, электронные библиотеки.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, с использованием современных компьютерных средств обучения и

демонстрации в учебном процессе составляет не менее 70% лекционных занятий.

В процессе обучения используются следующие информационные технологии:

- текстовый процессор Microsoft Word, пакет подготовки презентаций Microsoft PowerPoint;
- Internet;
- внутренняя локальная сеть ДГУ.

Возвращаясь к применению новых информационных технологий в обучении отметим несколько направлений их применения в образовательном процессе: компьютер, как средство контроля знаний; лабораторный практикум с применением компьютерного моделирования; мульти- медиа-технологии, как иллюстративное средство при объяснении нового материала, персональный компьютер, как средство самообразования.

В практике работы преподавателей для осуществления контроля знаний используются тематические тесты (тестирующие программы); как правило, источником тестов могут служить мультимедиа компакт-диски с обучающими программами или глобальная сеть Интернет. Сегодня многие образовательные учреждения имеют доступ к ресурсам всемирной сети, а некоторые из них создают собственные интернет-страницы и располагают на них методические разработки, учебные программы и т.п.

- моделирование и демонстрацию объектов, явлений и процессов; наиболее целесообразным является моделирование таких процессов, которые невозможно или трудно организовать в обычных кабинетах;
- производство измерений с помощью ЭВМ; имитацию средств измерения и выполнение рутинной части обработки результатов измерений;
- обеспечение различных игровых форм занятий;
- отработка образовательных действий различного характера, решение задач;
- контроль и оценку уровня подготовки обучающихся.

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

Материально – техническая база кафедры инженерной физики, которая осуществляет подготовку по направлению 11.04.04 «**Электроника и наноэлектроника**», позволяет готовить магистров, 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.