



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 «Инженерная физика»

Образовательная программа
11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Профиль подготовки
«Физика полупроводников и диэлектриков»

Уровень высшего образования
магистратура

Форма обучения очная

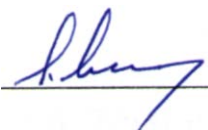
Статус дисциплины: вариативная

Махачкала 2018

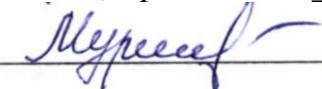
Рабочая программа дисциплины составлена в 2018 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 11.04.04 Электроника и наноэлектроника (уровень магистратуры) от «30» октября 2014г. № 1407.

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

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры Инженерная физика от «25» 06 2018 г., протокол № 1а

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «29» 06 2018 г., протокол № 11.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением «02» 07 2018 г. 
(подпись)

Оглавление

Аннотация рабочей программы дисциплины	4
1. Цель 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.	8
4.1. Объем дисциплины	8
4.2. Структура дисциплины.	8
4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).	9
4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.	9
4.3.2. Темы семинарских и практических занятий	11
4.3.3. Лабораторные работы	11
4.3.4. Темы самостоятельных работ	12
5. Образовательные технологии	13
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.	14
7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.	14
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы	16
7.2. Типовые контрольные задания	18
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	19
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	20
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.	21
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.	22
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.	23

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: общепрофессиональных - ОПК-2, ОПК-4, профессиональных - ПК-3.

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

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. Цель освоения дисциплины

Целью изучения 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 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 компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК-2	способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	Знать: основные нормативно-методические документы по подготовке технико-экономического обоснования разработки и изготовления изделий электронной техники Уметь: применять основные уравнения для моделирования, проектирования и конструирования изделий и устройств электроники и нанoeлектроники Владеть: современными программными средствами моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения
ОПК-4	способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	Знать: передовой отечественный и зарубежный научный опыт и достижения в области электроники, микро- и нанoeлектроники, методы исследования и проектирования электронных устройств; Уметь: самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области электроники и нанoeлектроники Владеть: опытом приобретать и использовать в практической

		деятельности новые знания и умения в области современной электроники и нанoeлектроники
ПК-3	готовность осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	Знать: структуру электронных и микропроцессорных устройств обработки первичной информации Уметь: овладевать навыками измерений физических параметров в реальном времени материалов, элементов, приборов и устройств электронной техники в реальном времени Владеть: навыками работы с контрольно-измерительным оборудованием.

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 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	Техническое диагностирование. Системы диагностирования. Математические модели диагностирования ЭС	11		2	2	2		10	(ЛР), (ДЗ), (С)
2	Физические основы сканирующей туннельной	11		3	3	3		10	(ЛР), (ДЗ), (С)

	микроскопии и атомно-силовой микроскопии.								
	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

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.

2. 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

3. 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.

4. 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. Техническое диагностирование. Системы диагностирования. Математические модели диагностирования ЭС.</u> 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. Физические основы сканирующей туннельной микроскопии и атомно-силовой микроскопии.</u> 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. Применение зондовых методов при исследовании структуры и состава наноматериалов.</u> 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. Контролепригодность объектов диагностирования.</u> 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.

4.3.3. 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.

4.3.4. 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 согласуют выбор с кафедрой.

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

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

- 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 Даггосуниверситета (<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 записывать 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 (тематика 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. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

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

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-2	способность использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	Знает: основные нормативно-методические документы по подготовке технико-экономического обоснования разработки и изготовления изделий электронной техники Умеет: применять основные уравнения для моделирования, проектирования и конструирования изделий и устройств электроники и наноэлектроники Владеет: современными программными средствами моделирования, оптимального проектирования и конструирования приборов, схем и устройств электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Устный опрос, письменный опрос, тестирование.

ОПК-4	способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	Знает: передовой отечественный и зарубежного научный опыт и достижения в области электроники, микро- и нанoeлектроники, методы исследования и проектирования электронных устройств; Умеет: самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области электроники и нанoeлектроники Владеет: опытом приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области современной электроники и нанoeлектроники	Письменный опрос, тестирование, контрольные задания, проверка рефератов, выступление на семинарах
ПК-3	готовность осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства	Знает: структуру электронных и микропроцессорных устройств обработки первичной информации Умеет: овладевать навыками измерений физических параметров в	Письменный опрос, устный опрос, тестирование, контрольные задания, проверка рефератов, выступление на семинарах, мини-конференция.

	повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени	реальном времени материалов, элементов, приборов и устройств электронной техники в реальном времени Владеет: навыками работы с контрольно-измерительным оборудованием.	
--	--	--	--

7.2. 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.

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.

7.3. 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

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

а) основная литература:

1. 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)

2. 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.).

3. **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>
4. **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-спектрометрии [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:

1. **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.
2. **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>

5) 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
Лекция	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.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины.

	<i>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.