



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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Наноструктурные материалы»

Кафедра Инженерной физики факультета физического

Образовательная программа бакалавриата

11.03.04. Электроника и наноэлектроника.

Направленность (профиль) программы
Микроэлектроника и твердотельная электроника

Форма обучения
очная

Статус дисциплины:
Входит в часть, формируемую
участниками образовательных отношений

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

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

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

Зав. кафедрой Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от
«23» 03. 2022 г., протокол № 7

Председатель Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

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

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина Наноструктурные материалы входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП бакалавриата по направлению подготовки **11.03.04. Электроника и наноэлектроника.**

Дисциплина реализуется на факультете физическом кафедрой инженерной физики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с наноструктурными материалами, их свойствами, особенностями, технологией получения и применения этого класса материалов в устройствах электронной техники. Изучение принципиально новых классов наноматериалов, таких как, например, фуллерены и нанотрубки должны помочь будущим инженерам ориентироваться в выборе принципиально новых материалов электронной техники.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: **профессиональных-ПК-1.2; ПК-1.3; ПК-4.1; ПК – 4.2.**

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

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

Объем дисциплины 2зачетные единицы, в том числе в академических часах:

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации (зачет, диф.зачет, экзамен)	
	в том числе									
	Всего	Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем из них							
5	72	36	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации	-	зачет	
				-	18	-	1	36		

1. Цели освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины «Наноструктурные материалы» является получение базовых знаний о новой и весьма актуальной отрасли науки, находящейся на стыке не только естественных, но и некоторых общественных наук. Рассмотрены основные методы получения, а также применение и перспективы использования данного класса материалов в устройствах электронной техники. Изучение принципиально новых классов наноматериалов, таких как, например, фуллерены и нанотрубки должны помочь будущим инженерам ориентироваться в выборе принципиально новых материалов электронной техники.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина Наноструктурные материалы входит в в часть, формируемую участниками образовательных отношений ОПОП бакалавриата по направлению подготовки **11.03.04. Электроника и наноэлектроника**.

Учебная дисциплина «Наноструктурные материалы» тесно связана с другими дисциплинами учебного плана. Для освоения дисциплины необходимо знание общего курса физики, а также курсов «Материалы электронной техники», «Компоненты электронной техники», «Физика твердого тела», «Статистическая физика и термодинамика», «Метрология и стандартизация». и т.д.

Результаты освоения дисциплины могут быть использованы и пригодятся при освоении таких дисциплин как «Основы промышленной электроники», «Физика конденсированного состояния», «Основы силовой электроники» и т.д.

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

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ПК-1 Способен совершенствовать процессы измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	ПК-1.2. Способен проводить исследования по модернизации существующих и внедрению новых методов и оборудования для измерений параметров наноматериалов и наноструктур.	Знает: - углубленные знания о структуре, физико-химических свойствах, конструкции и назначении наноматериалов и наноструктур; - назначение, устройство и принцип действия оборудования для измерения параметров наноматериалов и наноструктур; - основные методы измерений параметров наноматериалов и наноструктур; - технический английский язык в области наноматериалов и нанотехнологий; - требования системы экологического менеджмента и системы менеджмента производственной безопасности и здоровья.	Устный опрос, письменный опрос, рефераты

		<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования измерения параметров наноматериалов и наноструктур; - работать на измерительном оборудовании в соответствии с инструкциями по эксплуатации и технической документацией; - обеспечивать выполнение требований охраны труда; - оформлять технологическую документацию. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализировать современное состояние методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур; - навыками оценивать риски внедрения новых методов и оборудования измерений параметров наноматериалов и наноструктур; - навыками внедрить и контролировать качества новых методов измерения параметров наноматериалов и наноструктур. 	
ПК – 1. Способен совершенствовать процессы измерения параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур	ПК – 1.3. Способен проводить исследования по модернизации существующих и внедрению новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур.	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение, устройство и принцип действия оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур; - основные методы модификации свойств наноматериалов и наноструктур; - правила оформления технологической документации; - технический английский язык в области наноматериалов и нанотехнологий; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оценивать технические и экономические риски при выборе методов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур; - проводить исследования по модернизации существующих и внедрению новых процессов и оборудования для модификации свойств наноматериалов и наноструктур. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализировать современное состояние методов и оборудования модификации свойств наноматериалов и наноструктур; - оценивать риски внедрения новых методов и оборудования для модификации свойств наноструктур; - навыками внедрить и контролировать качества новых 	Письменный опрос, тесты

		методов для модификации свойств наноматериалов иnanoструктур.	
ПК-4. Способен организовать и контролировать технологический процесс выпуска изделий микроэлектроники	ПК-4.1 Способен составить операционный маршрут изготовления изделий микроэлектроники	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - базовые технологические процессы производства изделий микроэлектроники; - типовое оборудование и его место в технологическом процессе производства изделий микроэлектроники; - типовые инструменты, применяемые в технологическом процессе производства изделий микроэлектроники; - основные материалы, используемые в производстве изделий микроэлектроники; - стандарты, технические условия и другие нормативные и руководящие материалы по оформлению маршрутных и операционных карт для всех типов технологических процессов производства изделий микроэлектроники. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - разрабатывать операционные маршруты изготовления изделий микроэлектроники низкой и средней сложности; - заполнять маршрутные карты изготовления изделий микроэлектроники; - работать с конструкторской документацией на изделия микроэлектроники; - работать с технологической документацией на изготовление изделий микроэлектроники. Владеет: - навыками определять тип производства изделий микроэлектроники; - навыками выбора процесса получения изделия из действующего типового/группового технологического процесса или поиск аналога единичного процесса; - навыками выбора конструкционных материалов для изделий микроэлектроники; - навыками составлять технологические маршруты изготовления изделий микроэлектроники; - навыками разработки порядка пооперационного выполнения работ по изготовлению изделий микроэлектроники; - навыками оформления маршрутных карт изготовления изделий микроэлектроники. 	Письменный опрос, тесты
	ПК – 4.2 Способен контролировать соблюдение параметров и	Знает:	Мини – конференция с защитой

	<p>режимов технологических операций процессов производства изделий микроэлектроники</p> <ul style="list-style-type: none"> - правила эксплуатации технологического оборудования; - правила эксплуатации технологической оснастки; - технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники; - методы уменьшения влияния технологических факторов, вызывающих погрешности изготовления изделий микроэлектроники; <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать основные параметры реализуемых технологических процессов производства изделий микроэлектроники; - анализировать режимы работы технологического оборудования на производстве изделий микроэлектроники; - анализировать режимы работы технологической оснастки; - анализировать производственную ситуацию и выявлять причины брака в изготовлении изделий микроэлектроники; - предлагать решения по повышению точности выполнения технологических операций процесса производства изделий микроэлектроники; <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками контролировать правильность эксплуатации технологической оснастки; - навыками выявлять причины брака в изготовлении изделий микроэлектроники; - навыками подготовки предложений по повышению точности выполнения технологических операций процесса производства изделий микроэлектроники; - навыками согласовать внесения изменений в технологические процессы производства изделий микроэлектроники; - навыками согласовать внесения изменений в технологическую документацию 	<p>рефератов Тесты</p>
--	---	----------------------------

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2зачетных единиц, 72академических часа.
4.2. Структура дисциплины.

№ пп	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)	
				Лек.	Пра к.	Лаб .р.	Сам. раб.		
Модуль 1									
1	Введение в нанотехнологию. Особенности nanoструктуры. Класси фикация.	5	1-2	2	2		4	Тесты	
2	Электронные свойства наноматериалов..	5	3-5	4	2		6	Контрольная работа	
3	Свойства наноматериалов.	5	6-9	4	4		6	Контрольная работа	
	Итого по модулю 1	5		10	8		18		
Модуль 2									
4	Формирование nanoструктур с использованием процессов самоорганизации на атомарном уровне	5	10-11	2	2		6	Контрольная работа	
5	Основы технологии наноматериалов.	5	12-15	4	4		6	Тесты	
6	Применение наноматериалов.	5	16-18	2	4		6	Тесты	
	Итого по модулю 2	5		8	10		18		
7	Зачет	5						5	
8	Итого	5		18	18		36	5	

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

Модуль 1.

Тема 1. Введение в нанотехнологию. Особенности nanoструктуры.

История становления нанотехнологий. Основные приоритетные направления нанотехнологии. Основные разновидности наноматериалов.

Общая характеристика. Зерна, слои, включения и поры в консолидированных материалах. Дефекты, поверхности раздела, пограничные сегрегации. Структура полимерных, биологических и углеродных наноматериалов.

Тема 2. Электронные свойства наноматериалов.

Общая характеристика. Электронное строение. Фазовые равновесия и термодинамика. Фононный спектр и термические свойства.

Тема 3. Свойства наноматериалов.

Свойства типа проводимости. Оптические характеристики. Магнитные характеристики.

Механические свойства. Стабильность. Рост зерен. Диффузия. Реакционная способность. Катализ.

Модуль 2

Тема 4. Формирование наноструктур с использованием процессов самоорганизации на атомарном уровне

Процессы самоорганизации на примере роста островковых пленок, распределение нанокластеров по размеру, нанокластеры повышенной стабильности при фиксированном размере («магические нанокластеры»), возможность формирования упорядоченных массивов нанокластеров идентичного размера (искусственный двумерный кристалл), модификация нанокластеров. МЛЭ, литография.

Тема 5. Основы технологии наноматериалов.

Общая характеристика. Технология консолидированных материалов. Технология полупроводников. Технология полимерных, пористых, трубчатых и биологических наноматериалов.

Тема 6. Применение наноматериалов.

Общая характеристика. Конструкционные, инструментальные и триботехнические материалы. Пористые материалы и материалы со специальными физико – химическими свойствами. Материалы со специальными физическими свойствами. Медицинские и биологические материалы. Микро – и наноэлектромеханические системы.

Новые разработки в области наноструктурных материалов.

4.3.1. Содержание лекционных занятий

Модуль	Темы
1.	<u>Лекция 1,2.</u> Введение в нанотехнологию. Особенности наноструктуры. Классификация
	<u>Лекция 3</u> Электронные свойства наноматериалов
	<u>Лекция 4,5</u> Свойства наноматериалов
2.	<u>Лекция 6.</u> Формирование наноструктур с использованием процессов самоорганизации на атомарном уровне
	<u>Лекция 7,8.</u> Основы технологии наноматериалов
	<u>Лекция 9.</u> Применение наноматериалов

4.3.2. Темы практических и семинарских занятий

№ п/п	Название раздела	Название темы (практическое занятие)	Литература
Модуль 1			
1	Введение в нанотехнологию. Особенности наноструктуры.	1. Зерна, слои, включения и поры в консолидированных материалах. Дефекты, 2. Структура полимерных, биологических и углеродных наноматериалов.	[1 -4] Осн. Лит-ры
2	Свойства наноматериалов. Общая характеристика, электронное	1.Электронное строение. 2.Фононный спектр и термические	[1 -4] Осн. Лит-

	строение.	свойства.	ры
3	Свойства наноматериалов. Свойства типа проводимости и магнитные характеристики.	1 Свойства типа проводимости. 2. Оптические свойства.	[1 -4] Оsn. Лит-ры
	Модуль 2.		
4.	Основы технологии наноматериалов. Технология консолидированных материалов.	1. Метод Глейтора 2. Интенсивная пластическая деформация	[1 -4] Оsn. Лит-ры
5.	Основы технологии наноматериалов. Технология полупроводников и других наноматериалов.	1.Технология полупроводников. 2. Технология полимерных, пористых, трубчатых и биологических наноматериалов.	[1 -4] Оsn. Лит-ры
6.	Применение наноматериалов	1. Конструкционные, инструментальные и триботехнические материалы. 2. Материалы со специальными физическими свойствами.	[1 -4] Оsn. Лит-ры

5. Образовательные технологии

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

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

Для достижения определенных компетенций при изучении дисциплины «Наноструктурные материалы» используются следующие формы организации учебного процесса: лекция(информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), практическое занятие, семинар, лабораторные работы, самостоятельная работа, консультация. Допускаются комбинированные формы проведения занятий, такие как лекционно-практические занятия.

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

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

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

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

Для проведения лекций может быть использовано проекционное оборудование с подключенным к нему персональным компьютером (интерактивная доска ауд.2 -41). Технические характеристики персонального компьютера должны обеспечивать возможность работы с современными версиями операционной системы Windows, пакета MicrosoftOffice, обслуживающих программ и другого, в том числе и сетевого программного обеспечения. Кроме того, предполагается сочетание с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся (написание рефератов).

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Предполагается написание рефератов по темам, предложенными преподавателем. Рефераты готовятся и защищаются в течение того семестра, когда изучается предмет. Для написания рефератов используются как интернет – ресурсы, так и основная и дополнительная литература, приведенные ниже.

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

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

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

***Тематика рефератов
по дисциплине «Наноструктурные материалы»***

1. Наностекла.
2. Нанокомпозиты.
3. Пористый кремний.
4. Вискеры.
5. Полупроводниковые сверхрешетки.
6. Фотонные кристаллы.
7. Нанополимеры.
8. Фуллерены.
9. Углеродные нанотрубки.
10. Пленки Ленгмюра – Блоджетта.
11. ВТ сверхпроводники.
12. Супрамолекулярные структуры.
13. Самосборка и катализ.
14. Объемные наноструктурные материалы.
15. Наноалмаз : свойства и получение.
16. Керамические наноматериалы.
17. Самоорганизация и самосборка наноструктур.
18. ДНК как компонент наноструктур.
19. Многокомпонентные наноструктурные пленки.
20. Новый наноматериал - графен.
21. Цеолиты.

Итоговый контроль.

Зачет в конце 5 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

Для получения зачета по изучаемому предмету, кроме прочих требований, необходимым является защита реферата по предложенным темам в виде презентации.

Контрольные вопросы к зачету по дисциплине «Наноструктурные материалы»

1. Дайте определение понятия «нанотехнология».
2. Какие объекты изучает нанотехнология?
3. С чем связан широкий интерес к наноматериалам?
4. Охарактеризуйте основные разновидности наноматериалов.
5. Перечислите приоритетные направления развития нанотехнологии.
6. Чему соответствует в атомном масштабе 1 нанометр?
7. Какие физические явления определяют возникновение особых свойств в объектах нанометрового масштаба?
8. Что такое квантовый размерный эффект?
9. Что такое квантовая проволока и квантовая точка?
10. Каких двух основных подхода используются для формирования наноструктур?
11. Какими размерами зерен (слоев, включений, пор) характеризуются наноматериалы?

12. В чем сходство и различие кластеров, наночастиц и нанопорошков?
13. Дайте общую характеристику структуры наноматериалов.
14. Что является характерной особенностью структуры наноматериалов?
15. Запишите соотношения, описывающие зависимость общей доли поверхностей раздела, а также долей межзеренных границ и тройных стыков от размеров кристаллитов.
16. Какие методы позволяют получить максимальную информацию о структуре наноматериалов?
17. Какие параметры оценивают при измерении размеров зерен, а также размеров частиц, включений и пор?
18. Охарактеризуйте основные типы распределения кристаллитов по размерам.
19. Опишите основные типы дефектов в наноматериалах.
20. Могут ли нанокристаллы быть бездефектными?
21. Какие основные типы дислокаций наблюдаются в нанокристаллах?
22. Как меняется параметр решетки с изменением размера кристаллитов?
23. Почему в структуре наноматериалов фиксируется наличие свободного объема?
24. Перечислите основные структуры нанополимеров.
25. Что такое ламели?
26. Что такое блок – сополимеры?
27. Что такое темплаты? Где они могут использоваться?
28. Чем отличается структура супрамолекулярных материалов?
29. В чем заключаются процессы самоорганизации?
30. Приведите примеры процессов самоорганизации.
31. Что такое магические кластеры?
32. Какие формы углерода Вам известны? Какова их структура?
33. Что такое фуллерены?
34. Каково строение молекулы C₆₀?
35. Что такое фуллерит? Каковы его свойства?
36. Что такое углеродные нанотрубки? Каков их размер и форма?
37. Какие два типа нанотрубок известны?
38. Каковы электронные свойства нанотрубок?
39. Как структура нанотрубок влияет на их электронные свойства?
40. Перечислите возможные применения углеродных нанотрубок.
41. Что такое графен?
42. Дайте общую характеристику тубулярных и луковичных наноструктур.
43. Какие варианты свертывания различают для однослойных трубок?
44. Могут ли наблюдаться тубулярные структуры в неуглеродных материалах?
45. Каковы особенности проявления размерных эффектов в наноматериалах.
46. Охарактеризуйте квантовые стенки, проволоки, точки.
47. Как меняется ширина запрещенной зоны и спектр люминесценции при уменьшении размера зерна в наноматериалах?

48. Перечислите основные факторы, влияющие на неравновесное состояние наноматериалов.
49. Каковы особенности фононного спектра и тепловых свойств наноматериалов?
50. Как меняется теплоемкость наноматериалов в зависимости от размера кристаллита?
51. Почему меняется фононный спектр и тепловые свойства материалов при уменьшении размеров кристаллитов?
52. Как влияет размер кристаллитов на коэффициент термического расширения и температуру плавления наноматериалов?
53. Охарактеризуйте влияние размеров кристаллитов на электрические свойства наноматериалов.
54. Как влияет размер частиц наноматериалов на критические параметры сверхпроводников?
55. Охарактеризуйте магнитные свойства наноматериалов.
56. Возможно ли изменение природы магнитных свойств при уменьшении размера зерна в наноматериалах?
57. Что такое магнитокалорический эффект?
58. Как меняется прочность, твердость и пластичность при уменьшении размера зерна в наноматериалах?
59. Опишите метод Глейтера.
60. Охарактеризуйте классификацию консолидированных наноматериалов по методам изготовления и типам структуры.
61. Перечислите основные методы получения ультрадисперсных порошков.
62. Перечислите достоинства и недостатки высокоэнергетического и механохимического синтеза.
63. Как формируются гетероструктуры с квантовыми точками?
64. Охарактеризуйте методы получения углеродных наноструктур.
65. Охарактеризуйте перспективы применения наноматериалов в электронике.

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

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

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

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

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

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

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

7.1. Типовые контрольные задания

На базе системы виртуального обучения Moodle действует образовательный курс «Наноструктурные материалы», кроме того используется образовательный блог «Наноматериалы» (<http://nanomatnvo.blogspot.com>).

***Примерные контрольные работы
по дисциплине «Наноструктурные материалы»
Модуль 1***

Вариант 1

1. Дайте определение понятия «нанотехнология».
2. Как классифицируются наноструктуры по величине размеров структурных элементов?

3. Что называют точкой касания?
4. Каково минимальное число атомов в кластере?
5. Какие параметры оценивают при измерении размеров зерен, а также размеров частиц, включений и пор?
6. О чём говорит нормальное распределение частиц наноматериалов по размерам?
7. Что понимают под «молекулярными контейнерами»?
8. Какие типа нанотрубок по структуре Вам известны?
9. Какая связь между фуллеренами и нанотрубками
10. Что происходит с элементарной ячейкой в твердом теле при переходе в нанометровую область?

Вариант 2

1. Какие объекты изучает нанотехнология?
2. Перечислите методы получения консолидированных наноматериалов.
3. Что такое квантовая проволока?
4. О чём свидетельствует «муаровый узор» при ПЭМ? Что от собой представляет?
5. Чем отличается тройной стык от границы раздела?
6. Охарактеризуйте основные типы распределения кристаллитов по размерам.
7. Приведите наиболее известный пример процессов самоорганизации биологических объектов?
8. Что такое углеродные нанотрубки? Каков их размер и форма?
9. Может ли фуллерен иметь кристаллическую структуру?
10. Что является наиболее вероятной причиной уменьшения периода решётки малых частиц по сравнению с массивным веществом?

Вариант 3

1. С чем связан широкий интерес к наноматериалам?
2. Что относят к консолидированным наноматериалам?
3. Что такое квантовая точка?
4. О чём говорит логарифмически - нормальное распределение размеров зерен наноматериалов?
5. Чем отличается точка касания от границы раздела?
6. Опишите основные типы дефектов в наноматериалах.
7. Чем отличается структура супрамолекулярных материалов?
8. Что такое фуллерены?
9. Какие варианты свертывания различают для однослойных трубок?
10. Как меняется структура твёрдых тел при переходе в нанодиапазон?

Вариант 4

1. Охарактеризуйте основные разновидности наноматериалов.
2. Перечислите приоритетные направления развития нанотехнологии.

3. Что называют супрамолекулярными структурами?
4. Что такое квантовая яма?
5. Какие традиционные материалы можно отнести к наноматериалам?
6. Могут ли нанокристаллы быть бездефектными и почему?
7. Что такое темплаты? Где они могут использоваться?
8. Что такое хиральность? Для характеристики каких веществ она используется?
9. Дайте общую характеристику луковичных наноструктур.
10. Справедливо ли утверждение, что переход от массивных кристаллов к наночастицам сопровождается изменением межатомных расстояний и периодов кристаллической решётки?

Вариант 5

1. Какими размерами зерен (слоев, включений, пор) характеризуются наноматериалы?
2. Как классифицируются наноматериалы по химическому составу и распределению фаз?
3. В чем сходство и различие кластеров, наночастиц и нанопорошков?
4. Запишите соотношения, описывающие зависимость общей доли поверхностей раздела от размеров кристаллитов.
5. Почему в структуре наноматериалов фиксируется наличие свободного объема?
6. Что такое блок – сополимеры?
7. Каково строение молекулы C_{60} ? Как называется это вещество?
8. Какие варианты свертывания различают для многослойных трубок?
9. Какие типы дефектов могут наблюдаться в границах раздела компактированных нанокристаллических материалов?
10. О чём свидетельствует наличие широкого распределения по размерам зерен в наноматериалах?

Вариант 6

1. Что является характерной особенностью структуры наноматериалов?
2. Дайте общую характеристику структуры наноматериалов.
3. Какую структуру имеют межзеренные границы в консолидированных наноматериалах?
4. Что называют тройным стыком?
5. Как меняется параметр решетки с изменением размера кристаллитов?
6. Что такое ламели?
7. Какие формы углерода Вам известны? Какова их структура?
8. Могут ли наблюдаться тубулярные структуры в неуглеродных материалах?
9. Какой учёный ввел понятие «наноматериал» и предложил метод их получения?
10. Чем отличается структура углеродных нанотрубок типа «гофр» от типа «зиг – заг»?

Вариант 7

1. Какие физические явления определяют возникновение особых свойств в объектах нанометрового масштаба?
2. Чем обладают кластеры? Что является верхней границей кластеров?
3. Какие методы позволяют получить максимальную информацию о структуре наноматериалов?
4. Что такое икосаэдр?
5. Запишите соотношения, описывающие зависимость долей межзеренных границ и тройных стыков от размеров кристаллитов.
6. Какие основные типы дислокаций наблюдаются в нанокристаллатах?
7. Перечислите основные структуры нанополимеров.
8. Что такое графен?
9. Дайте общую характеристику тубулярных
10. Почему в объеме кристаллических зерен практически отсутствуют дислокации?

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

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

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

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

В соответствии с учебным планом предусмотрен зачет в 5 семестре.

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

Текущий контроль:

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

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

Промежуточный контроль.

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.

Промежуточный контроль освоения учебного материала по каждому модулю проводится преимущественно в форме контрольных работ (тестирования).

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

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос – 10 баллов,
- письменная контрольная работа – 25 баллов,
- тестирование – 25 баллов.

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

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

Итоговый контроль.

Зачет в конце 5 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

Для получения зачета по данной дисциплине написание реферата в форме презентации *Обязательно!*

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

Итоговая оценка по дисциплине выставляется в баллах. Удельный вес итогового контроля в итоговой оценке по дисциплине составляет 40%, среднего балла по всем модулям 60%.

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

Курс «Наноструктурные материалы» на образовательной платформе Moodle<http://edu.dgu.ru/course/view.php?id=3142>.

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

a) основная литература:

1. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы: Уч.пособие - М.:Изд.центр «Академия», 2005.- 192 С. -

- <http://www.studmed.ru>; <http://free-war.net/> - на кафедре (учебник для преподавателя).
2. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.:ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 416 С. - <http://booksee.org/book/757884>; <http://www.studmed.ru>; на кафедре (учебник для преподавателя).
 3. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии – М.:ВНИИОЛМ, Лаборатория знаний, 2008 - 431 С.– 10 экз. (в научной библиотеке ДГУ).
 4. Рыжонков Д.И. Наноматериалы: учебное пособие - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 369 С.– 10 экз. (в научной библиотеке ДГУ).
 5. Борисенко В.Е. Наноэлектроника: теория и практика. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. -366 С.– 15 экз. (в научной библиотеке ДГУ).
 6. Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks (www.iprbookshop.ru). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г.
- б) дополнительная литература:*
1. Шишkin, Геннадий Георгиевич. Наноэлектроника: Элементы, приборы, устройства : учеб.пособие для студентов вузов, обуч. по направлениям 210600 «Нанотехнология», 152200 «Наноинженерия», 210100 «Электроника и наноэлектроника»/ Шишkin, Геннадий Георгиевич, И. М. Агеев. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2011. - 408 С. - 15 экз. (в научной библиотеке ДГУ)
 2. Ч.Пул–мл., Ф. ОуэнсНанотехнологии М.: Техносфера 2006. – 336 С. - http://www.studmed.ru/pul-ch-ouens-f-nanotehnologii_867d164417f.html
 3. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2000. – 224 С. - http://www.studmed.ru/gusev-ai-rempel-aa-nanokristallicheskie-materialy_bdd3ac7aeeec.html
 4. Витязь, П.А. Основы нанотехнологий и наноматериалов:учебное пособие для студентов технических университетов - Минск: Вышэйшая школа, 2010. - 304 С. – Свободный доступ: <http://avidreaders.ru/book/nanomaterialovedenie.html>

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

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

Интернет ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) IPRbooks (www.iprbookshop.ru). Лицензионный договор № 6984/20 на электронно-библиотечную систему IPRbooks от 02.10.2020 г.
2. Лицензионное соглашение № 6984/20 на использование адаптированных технологий ЭБС IPRbooks (www.iprbookshop.ru) для лиц с ОВЗ от 02.10.2020.

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

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

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

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои

творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

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

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

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

Работа на лекции

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

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

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

Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в

домашних условиях. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Целесообразно разработать собственную «маркографию» (значки, символы), сокращения слов. Не лишним будет и изучение основ стенографии. Работая над конспектом лекций, всегда используй не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

Подготовка к сессии

Каждый учебный семестр заканчивается аттестационными испытаниями: зачётно - экзаменаціонной сессией.

Подготовка к экзаменаціонной сессии и сдача зачетов и экзаменов является ответственнейшим периодом в работе студента. Серьезно подготовиться к сессии и успешно сдать все экзамены - долг каждого студента. Рекомендуется так организовать свою учебу, чтобы перед первым днем начала сессии были сданы и защищены все лабораторные работы, сданы все зачеты, выполнены другие работы, предусмотренные графиком учебного процесса.

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

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

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

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

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

Для проведения лекций может быть использовано проекционное оборудование с подключенным к нему персональным компьютером: с

использованием мультимедийных презентаций и интерактивной доски. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов-тренингов по ряду разделов дисциплины.

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

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

Материально – техническая база кафедры инженерной физики, которая осуществляет подготовку по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», позволяет готовить бакалавров, отвечающих требованиям ФГОС ВО. На кафедре имеются 3 учебных и 5 научных лабораторий, оснащенных современной технологической, измерительной и диагностической аппаратурой; в том числе функционирует проблемная НИЛ «Твердотельная электроника». Функционируют специализированные учебные и научные лаборатории: Физика и технология керамических материалов для твердотельной электроники, Физика и технология тонкопленочных структур, Электрически активные диэлектрики в электронике, Физическая химия полупроводников и диэлектриков.

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