

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

КАФЕДРА ФИЗИКА

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной программы

_____/ Матиев А. Х.
от « 27 » 04 2026 г.

УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-математического факультета

_____/ Мальсагов М.Х.
от « 28 » 04 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.05 НАНОСИСТЕМЫ. МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА

(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки (магистратура)
03.04.02. Физика

Направленность (профиль подготовки)
Физика полупроводников

Квалификация выпускника
магистр

Форма обучения - очная

Магас, 2026

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины являются: получение сведений и базовых знаний о наносистемах, принципах формирования структуры наносистем, в том числе, для многокомпонентных систем и физической сущности явлений, происходящих в наносистемах на основе признанных положений теории и практики, которыми должны руководствоваться магистранты, при исследовании и интерпретации структуры и свойств наносистем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина «Наносистемы. Методы получения и свойства» входит в пакет дисциплин блока Б.0В.05, формирующих фундаментальное образование магистров по направлению 03.04.02 Физика. Профиль «Физика полупроводников». В табл. 2.1 приведены названия предметов и разделов, которые необходимо усвоить для изучения дисциплины «Термодинамика конденсированных сред». Дисциплина читается на 1 курсе (второй семестр).

Дисциплина «Наносистемы. Методы получения и свойства» является основной для изучения дисциплины «Физика полупроводниковых приборов», которые читаются параллельно или позже.

Данная дисциплина призвана выработать профессиональные компетенции, связанные со способностью использовать теоретические знания в области общей физики, квантовой механики, теоретической физики, атомной физики, статистической физики для решения конкретных практических задач на примере физики наносистем.

Магистранты, изучающие данную дисциплину, должны иметь сведения и базовые знания о структуре кристаллических систем, типах связи атомов в конденсированных средах, строении атомов и молекул в объеме знаний курса общей физики, квантовой механики, статистических законах распределения, законах сохранения энергии, импульса и момента импульса, основах квантового описания частиц.

Данная дисциплина является базовой для изучения дисциплин: «Физика полупроводников», «Физика полупроводниковых приборов», «Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов», Материалы электронной техники.

В табл. 2.1, 2.2 приведены названия предметов и разделов, которые необходимо усвоить для изучения дисциплины «Наносистемы. Методы получения и свойства».

Связь дисциплины «Физика» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения	
Таблица 2.1	
	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Наносистемы. Методы получения и свойства»
1	Вузовский курс физики
2	Термодинамика конденсированных полупроводников
3	История и методология науки и техники в области электроники
4	Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов

Связь дисциплины «Наносистемы. Методы получения и свойства» со смежными дисциплинами	
Таблица 2.2	
Дисциплина	Разделы, знание которых необходимо при изучении дисциплины
Физика конденсированного состояния	Основные постулаты и положения квантовой теории; туннельный эффект; строение атома и связь с периодической системой элементов Менделеева; высокотемпературная сверхпроводимость и простейшие устройства на ее основе
Физические основы вакуума	Основы физики вакуума, тела; принципы и методы его получения.
Физика полупроводников	Теоретические основы физики полупроводников, квантовые объяснения всех процессов происходящих в них при внешних воздействиях. Классификация твердых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики; основные электрические, магнитные и оптические свойства твердых тел, механизмы протекания тока
Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов	Методы экспериментального получения и исследования параметров и характеристик материалов, твердотельной, наноэлектроники. Технология изготовления элементов электронной техники. Основные тенденции развития электронной компонентной базы

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «НАНОСИСТЕМЫ. МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Продолжение Таблица 3.1.			
Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся:
ПК-1	Способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта	ИДК _{ПК1.1} самостоятельно ставит конкретные задачи научных исследований в области теоретической и экспериментальной физики; подбирать математический аппарат и самостоятельно решать различные задачи научных исследований, используя стандартные алгоритмы решения; объяснять (выявлять и строить) типичные модели решения поставленной задачи исследования; оценивать изменения в выбранной области исследования в связи с новыми данными, полученными из различных источников	Знает: методы и способы получения особо чистых материалов; Умеет: работать с современными научными установками по очистке полупроводниковых элементов, получению многокомпонентных полупроводниковых материалов. Владеет: навыками проведения физико-химических исследований полупроводниковых материалов;

Продолжение Таблица 3.1.			
Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся:
ПК-2	ПК-2 Способность планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции и вести преподавание по дополнительным общеобразовательным программам	ИДК ПК2.1 Имеет навыки владения необходимой информацией из современных отечественных и зарубежных источников в избранной области исследования; владения методикой планирования и разработки научного эксперимента; проведения научного эксперимента; методами моделирования различных физических ситуаций; владения современными прикладными программами для изучения объекта научного исследования; владения методами работы в различных операционных системах, с научными базами данных. ИДК ПК2.2 Владеет навыками абстрактно мыслить, анализировать, синтезировать получаемую информацию; навыками делать заключения и выводы; навыками и методами построения физических моделей на основе проведенных исследований и полученной информации. ИДК ПК-2.3 Знает способы организации научных семинаров и конференций, умеет планировать и организовывать научные семинары и конференции.	Знает: образовательные результаты обучающихся в рамках учебных предметов; способы объективной оценки знаний, обучающихся на основе тестирования и других методов контроля в соответствии с реальными учебными возможностями детей. Умеет: формулировать образовательные результаты обучающихся в рамках учебных предметов; осуществлять отбор диагностических средств, форм контроля и оценки сформированности образовательных результатов обучающихся; применять различные диагностические средства, формы контроля и оценки сформированности образовательных результатов обучающихся. Владеет: приемами и алгоритмами реализации контроля и оценки сформированности образовательных результатов обучающихся; умениями выявлять трудности в обучении и корректировать пути достижения образовательных результатов

4. СТРУКТУРА СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 структура дисциплины

Таблица 4.1	
Виды учебной работы	Всего час/зач. ед.
Контактная работа (всего)	
Лекции (Л)	32/1,0
Практические занятия (ПЗ)	32/0,9
Самостоятельная работа (всего)	53/3,1

Курсовая работа, подготовка к практическим занятиям	
Контроль самостоятельной работы	27
Вид отчетности	Экзамен-4
Общая трудоёмкость	144/5

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)								Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)							
			Контактная работа				Самостоятельная работа				Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контролльн. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект)	
			Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Др. виды контакт. работы	Всего	Курсовая работа(проект)	Подготовка к экзамену								Другие виды самостоятельной-работы
1.	Раздел 1. Введение. История развития нанотехнологии. Приоритетные направления нанотехнологии. Основные научные термины и определения																	
1.1.	Тема 1.1. Понятие нанотехнологии			2	2						4				2			
1.2.	Тема Развитие нанотехнологий. Приоритетные направления нанотехнологии. Разновидности наноматериалов: консолидированные наноматериалы, нанополупроводники, нанополимеры, нанобиоматериалы, фуллерены и тубулярные наноструктуры, катализаторы, нанопористые материалы и супрамолекулярные структуры. Наночастицы (нанопорошки). Наука о малоразмерных объектах (nanoscience).			2	2						4							
1.3	Тема Естественные границы развития существующей микроэлектроники. Квантовые ямы, проволоки и точки.			2	2						4				2			

1.4	Тема Создание нанообъектов по принципам «сверху – вниз» и «снизу – вверх». Фантастические возможности нанотехнологии. Основные научные термины и определения (наноматериалы, нанотехнология, нанодиагностика, наносистемотехника). Фундаментальные проблемы индустрии наносистем.			2	2						4				2			
2.	Раздел 2. Нанотехнологии «сверху – вниз»																	
2.1.	. Формирование твердотельных нанокластеров. Твердотельные химические реакции.			2	2						4							
2.2.	Механохимические превращения. Ударно-волновой синтез. Наноструктурирование под действием давления со сдвигом. Наноструктурирование путем кристаллизации аморфных структур. Компактирование (консолидация) нанокластеров			2	2						4				2			
2.3	Порошковые технологии. Конденсационный метод (метод Глейтера). Высокоэнергетическое измельчение. Механохимический синтез. Плазмохимический синтез. Синтез в условиях ультразвукового воздействия. Электрический взрыв проволок. Методы консолидации. Электроразрядное спекание. Интенсивная пластическая де-			2	2						4							

2.4	Контролируемая кристаллизация из аморфного состояния. Технология наноструктурированных пленок и покрытий: термическое испарение, ионное осаждение, осаждение из газовой фазы, импульсное электроосаждение, газотермическое напыление, термическое разложение.			2	2					4				2			
2.5	. Основы нанотехнологии полупроводниковых материалов. Молекулярнолучевая эпитаксия. Механизмы роста нанопленок по Фольмеру- Веберу, Франку- Ван дер Мерве, Крастанову- Странскому. Методы CVD и PCVD. Технология получения полупроводниковых квантовых точек.			2	2					4							
2.6	Основы технологии полимерных, пористых, трубчатых и биологических наноматериалов. Гибридные и супрамолекулярные материалы. Нанопористые материалы (молекулярные сита). Трубчатые наноматериалы. Полимерные наноматериалы. Наноматериалы, полученные методом самосборки.			2	2					4				2			
2.7	Фазовые равновесия и термодинамика наноматериалов.			2	2					4							
2.8	Основные методы создания наноструктур: электронолитография и наноимпринтинг, локальная эпитаксия и эпитаксия поверхностно напряженных структур, самоформирование и синтез в матрицах (темплатный синтез), зондовые методы литографии.			2	2					4				2			

2.9	Метод локального зондового окисления. Физико-химические основы метода локального зондового окисления. Особенности создания электропроводящих зондов.			4		4					4				2			
2.10	Кинетика процесса локального зондового окисления полупроводников и сверхтонких металлических пленок. Метод формирования диэлектрической пленки, модулированной по толщине. Использование метода локального зондового окисления для создания наноструктур и элементов нанoeлектроники.			4	4						4				2			
2.11	Фононный спектр и тепловые свойства наноматериалов.			2	2						4							
2.12	Общая характеристика. Классификация консолидированных наноматериалов по составу, распределению и форме структурных составляющих.			2	2						4				2			
3.	Раздел 3.																	
	Курсовая работа (проект)							*	*									
	Подготовка к экзамену																	
	Общая трудоемкость, в часах	117		32	32						53	Промежуточная аттестация						
												Форма						
												Зачет						
												Зачет с оценкой						
												Экзамен						+

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.2. образовательная технология

Таблица 5.1		
№ п/п	Номер лекции	Наименование раздела и темы дисциплины
1	2	3
		МОДУЛЬ 1. Введение. История развития нанотехнологии. Приоритетные направления нанотехнологии. Основные научные термины и определения
1	1	Тема 1.1. Понятие нанотехнологии
2	2	Тема 1.2. Развитие нанотехнологий. Приоритетные направления нанотех-

		нологии. Разновидности наноматериалов: консолидированные наноматериалы, нанополупроводники, нанополимеры, нанобиоматериалы, фуллерены и тубулярные наноструктуры, катализаторы, нанопористые материалы и супрамолекулярные структуры. Наночастицы (нанопорошки). Наука о малоразмерных объектах (nanoscience).
3	3	Тема 1.3. Естественные границы развития существующей микроэлектроники. Квантовые ямы, проволоки и точки. Тема 1.4. Создание нанообъектов по принципам «сверху – вниз» и «снизу – вверх». Фантастические возможности нанотехнологии. Основные научные термины и определения (наноматериалы, нанотехнология, нанодиагностика, наносистемотехника). Фундаментальные проблемы индустрии наносистем.
		Модуль 2. Нанотехнологии «сверху – вниз»
4	4	Тема 2.1. Формирование твердотельных нанокластеров. Твердотельные химические реакции.
5	5	Тема 2.2. Механохимические превращения. Ударно- волновой синтез. Наноструктурирование под действием давления со сдвигом. Наноструктурирование путем кристаллизации аморфных структур. Компактирование (консолидация) нанокластеров
		Модуль 3. Основы нанотехнологии консолидированных материалов
6	6	Тема 3.1. Порошковые технологии. Конденсационный метод (метод Глейтера). Высокоэнергетическое измельчение. Механохимический синтез. Плазмохимический синтез. Синтез в условиях ультразвукового воздействия. Электрический взрыв проволочек. Методы консолидации. Электроразрядное спекание. Интенсивная пластическая деформация (кручение под высоким давлением, равноканальное угловое прессование).
7	7	Тема 3.2. Контролируемая кристаллизация из аморфного состояния. Технология наноструктурированных пленок и покрытий: термическое испарение, ионное осаждение, осаждение из газовой фазы, импульсное электроосаждение, газотермическое напыление, термическое разложение.
8	8	Тема 3.3. Основы нанотехнологии полупроводниковых материалов. Молекулярнолучевая эпитаксия. Механизмы роста нанопленок по Фольмеру-Веберу, Франку- Ван дер Мерве, Крастанову- Странскому. Методы CVD и PCVD. Технология получения полупроводниковых квантовых точек.
		Модуль 4. Основные методы создания наноструктур
9	9	Тема 4.1. Основные методы создания наноструктур: электронолитография и наноимпринтинг, локальная эпитаксия и эпитаксия поверхностно напряженных структур, самоформирование и синтез в матрицах (темплатный синтез), зондовые методы литографии.
10	10	Тема 4.2. Метод локального зондового окисления. Физико- химические основы метода локального зондового окисления. Особенности создания электропроводящих зондов.
11	11	Тема 4.3. Кинетика процесса локального зондового окисления полупроводников и сверхтонких металлических пленок. Метод формирования диэлектрической пленки, модулированной по толщине. Использование метода локального зондового окисления для создания наноструктур и элементов нанoeлектроники.
		Модуль 5. Особенности наноструктуры наноматериалов

12	12	Тема 5.1. Общая характеристика. Классификация консолидированных наноматериалов по составу, распределению и форме структурных составляющих.
13	13	Тема 5.2. Зерна, слои, включения и поры в консолидированных наноматериалах.
		Тема 5.3. Дефекты, поверхности раздела, пограничные сегрегации. Фактор Дебая– Уоллера.
14	14	Тема 5.4. Структура полимерных, биологических и углеродных наноматериалов. Нанополимерные, супрамолекулярные, нанобиологические и нанопористые структуры. Основные типы макромолекулярной архитектуры. Темплаты (шаблоны). Супрамолекулярные структуры. Тубулярные и луковичные структуры. Процессы самосборки.
		Модуль 6. Физические свойства наноматериалов. Размерные эффекты.
15	15	Тема 6.1. Введение. Основные особенности проявления размерных эффектов в наноматериалах. Электронное строение наноматериалов. Квантовые эффекты.
16	16	Тема 6.2. Фазовые равновесия и термодинамика наноматериалов.
17	17	Тема 6.3. Фононный спектр и тепловые свойства наноматериалов.
18	18	Тема 6.4. Проводимость, оптические характеристики, диэлектрическая проницаемость и теплопроводность наноматериалов.
19	19	Тема 6.5. Перколяционная проводимость и плазменный резонанс в наноматериалах.
20	20	Тема 6.6. Структура, электрические и оптические свойства пленок аморфного алмазоподобного углерода, содержащих нанокластеры серебра ($a-C:H < Ag >$).
21	21	Тема 6.7. Структура, электрические и оптические свойства аморфных пленок ХСП, полученных разными методами. Наногетероморфизм аморфных структур.
22	22	Тема 6.8. Магнитные свойства наноматериалов. диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, атиферромагнетики, ферримагнетики и ферриты. Суперпарамагнитное состояние. Магнитокалорический эффект.
23	23	Тема 6.9. Механические свойства наноструктурных материалов. Ползучесть. Вязкость (внутреннее трение). Неупругость. Твердость, прочность, пластичность, упругие характеристики наноматериалов.
24	24	Тема 6.10. Теоретическое рассмотрение механизмов деформации наноматериалов. Основные результаты.
25	25	Тема 6.11. Стабильность наноструктур. Рост зерен. Диффузия. Общие закономерности, роста зерен (рекристаллизации) в наноматериалах. Реакционная способность. Катализ.
		Модуль 7. Применение наноматериалов
26	26	Тема 7.1. Введение. Применение конструкционных, инструментальных и триботехнических наноматериалов. Применение пористых наноматериалов и наноматериалов со специальными физико- химическими свойствами.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Некоторые темы выносятся на самостоятельное изучение. Изучение этих вопросов возможно с использованием электронный курс дисциплины, написанного самим автором (А.Х Матиев).

Перечень тем, выносимый для самостоятельной работы представлен в таблице 7.1.

7.1. План самостоятельной работы студентов

Таблица 7.1					
№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол. часов
1	Формирование твердотельных нанокластеров. Твердотельные химические реакции.	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс Наносистемы. Методы получения и свойства (А.Х Матиев).	4
2	Общая характеристика. Классификация консолидированных наноматериалов по составу, распределению и форме структурных составляющих.	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс Наносистемы. Методы получения и свойства (А.Х Матиев).	4
3	Фазовые равновесия и термодинамика наноматериалов.	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс Наносистемы. Методы получения и свойства (А.Х Матиев).	4
3	Структура, электрические и оптические свойства пленок аморфного алмазоподобного углерода, содержащих нанокластеры серебра ($a\text{-C:H}<\text{Ag}>$).	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс Наносистемы. Методы получения и свойства (А.Х Матиев).	4
4	Магнитные свойства наноматериалов. диамагнетика, парамагнетика, ферромагнетика, атиферромагнетика, ферромагнетика и ферриты. Суперпарамагнитное состояние. Магнитокалорический эффект.	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс Наносистемы. Методы получения и свойства (А.Х Матиев).	4
5	Введение. Применение конструкционных, инструментальных и трибо-	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс Наносистемы. Методы получения и свойства	4

	технических наноматериалов. Применение пористых наноматериалов и наноматериалов со специальными физико-химическими свойствами.			(А.Х Матиев).	
--	--	--	--	---------------	--

7.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Студент, используя электронное учебное пособие, а также вузовский учебник по Молекулярной физике и термодинамике изучает данный материал и составляет конспект конспекты в домашних условиях.

6.3. Контроль освоения компетенций

Таблица 8.1			
№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (МОДУЛИ)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Проверка конспектов	Модуль 2. Нанотехнологии «сверху – вниз»	<i>ПК-1</i>
2	Проверка конспектов	Модуль 3. Основы нанотехнологии консолидированных материалов	<i>ПК-1, ПК-2</i>
3	Проверка конспектов	Модуль 4. Основные методы создания наноструктур	<i>ПК-1, ПК-2</i>
	Проверка конспектов	Модуль 5. Особенности наноструктуры наноматериалов	<i>ПК-1, ПК-2</i>
	Проверка конспектов	Модуль 6. Физические свойства наноматериалов. Размерные эффекты.	<i>ПК-1, ПК-2</i>
	Проверка конспектов	Модуль 7. Применение наноматериалов	<i>ПК-1, ПК-2</i>

6.4. Интернет-ресурсы.

e-Library.ru [Электронный ресурс]: Научная электронная библиотека. – URL: <http://elibrary.ru/> (дата обращения 11.05.2018).

1. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. – URL: <http://cyberleninka.ru/> (дата обращения 11.05.2018).

2. Экономический журнал Высшей школы экономики[Электронный ресурс]. – URL: <https://ej.hse.ru/> (дата обращения 11.05.2018).
3. Журнал экономической теории[Электронный ресурс]. – URL: http://www.uiec.ru/zhurnal_yekonomicheskoi_teori/ (дата обращения 11.05.2018).
4. Журналы ИД «Финансы и Кредит»[Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fin-izdat.ru/journal/> (дата обращения 11.05.2018).
5. Электронно-библиотечная система IPRbooks[Электронный ресурс]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/> (дата обращения 11.05.2018). – Доступ к системе согласно правилам ЭБС и договором университета с ЭБС.
6. Информационно-правовая система «Гарант» - Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнгГУ

6.5. Программное обеспечение .

1. Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10
2. Microsoft Windows server 2003, 2008, 2012, 2016
3. Microsoft Office 2007, 2010, 2016
4. Антивирусное ПО Kaspersky endpoint security
5. Справочно-правовая система “Гарант”
6. Операционная система Microsoft Windows XP Professional.
7. Пакет прикладных программ Microsoft Office 2003 Professional.
8. Программный продукт «Антивирус Касперского».
9. Программный продукт FineReader 7.0 Professional Edition.
10. Программный продукт MATLAB 6.
11. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс] // Академик. – URL: <http://dic.academic.ru>.
12. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Доступ к системе согласно правилам ЭБС и договором университета с ЭБС.

7.5. Материально-техническое обеспечение

Материально-техническое обеспечение учебного процесса по дисциплине определено нормативными требованиями, регламентируемыми приказом Министерства образования и науки РФ № 986 от 4 октября 2010 г. «Об утверждении федеральных требований к образовательным учреждениям в части минимальной оснащенности учебного процесса и оборудования учебных помещений», Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки.

Для проведения всех видов учебных занятий по дисциплине и обеспечения интерактивных методов обучения, необходимы столы, стулья (на группу по количеству посадочных мест с возможностью расстановки для круглых столов, дискуссий, прочее); доска

интерактивная с рабочим местом (мультимедийный проектор с экраном и рабочим местом); желателен доступ в информационно-коммуникационную сеть «Интернет».

В соответствие с требованиями ФГОС ВО при реализации настоящей дисциплины ОПОП ВО необходимо также учитывать образовательные потребности обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, обеспечивать условия для их эффективной реализации, а также возможности беспрепятственного доступа обучающихся с ограниченными возможностями здоровья к объектам инфраструктуры образовательного учреждения.

Наносистемы. Методы получения и свойства	386132, Республика Ингушетия, г.о. город Назрань, г. Назрань, тер. Гамурзиевский административный округ, ул. Магистральная, д. 39«а» Ауд. №303. Площадь 71.6 м ²	Аудитория № 303. Специализированная учебная мебель для обучающихся и преподавателя; технические средства обучения (компьютерная техника, доска, мультимедийное оборудование: интерактивная доска, проектор); доступ к информационно-телекоммуникационной сети Интернет; учебно-методические материалы.
	386132, Республика Ингушетия, г.о. город Назрань, г. Назрань, тер. Гамурзиевский административный округ, ул. Магистральная, д. 39«а». Ауд. №104 Площадь 36,3м ²	Аудитория № 104: специализированная учебная мебель для обучающихся и преподавателя; технические средства обучения (ноутбук, доска); обеспечен доступ к информационно-телекоммуникационной сети Интернет; учебно-методические материалы.
	386132, Республика Ингушетия, г.о. город Назрань, г. Назрань, тер. Гамурзиевский административный округ, ул. Магистральная, д. 39«а» Ауд. №116. Площадь 36, м ²	Для самостоятельной работы обучающихся. Аудитория № 116: рабочие места для обучающихся, технические средства обучения (ноутбук, доска), доступ к сети Интернет, учебно-методические материалы, электронные образовательные ресурсы.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**8.1. Примерный перечень вопросов, выносимых на экзамен**

1. Понятие нанотехнологии.
2. Развитие нанотехнологий.
3. Приоритетные направления нанотехнологии.
4. Разновидности наноматериалов:
5. консолидированные наноматериалы,
6. нанополупроводники,
7. нанополимеры,
8. нанобиоматериалы,
9. фуллерены и тубулярные наноструктуры,
10. катализаторы,
11. нанопористые материалы и супрамолекулярные структуры.
12. Наночастицы (нанопорошки).
13. Наука о малоразмерных объектах (nanoscience).
14. Естественные границы развития существующей микроэлектроники.
15. Квантовые ямы, проволоки и точки.
16. Создание нанообъектов по принципам «сверху – вниз» и «снизу – вверх».
17. Фантастические возможности нанотехнологии.
18. Основные научные термины и определения (наноматериалы, нанотехнология, нанодиагностика, наносистемотехника).
19. Фундаментальные проблемы индустрии наносистем.
20. Формирование твердотельных нанокластеров. Т
21. вердотельные химические реакции.
22. Механохимические превращения.
23. Ударно- волновой синтез.
24. Наноструктурирование под действием давления со сдвигом.
25. Наноструктурирование путем кристаллизации аморфных структур.
26. Компактирование (консолидация) нанокластеров.
27. Порошковые технологии. Конденсационный метод (метод Глейтера).
28. Высокоэнергетическое измельчение.
29. Механохимический синтез.
30. Плазмохимический синтез.
31. Синтез в условиях ультразвукового воздействия.
32. Электрический взрыв проволок.
33. Методы консолидации.
34. Электроразрядное спекание.
35. Интенсивная пластическая деформация (кручение под высоким давлением, равно-канальное угловое прессование).
36. Контролируемая кристаллизация из аморфного состояния.
37. Технология наноструктурированных пленок и покрытий: термическое испарение, ионное осаждение, осаждение из газовой фазы.
38. Импульсное электроосаждение,

39. газотермическое напыление,
40. термическое разложение.
41. Основы нанотехнологии полупроводниковых материалов.
42. Молекулярнолучевая эпитаксия.
43. Механизмы роста нанопленок по Фольмеру- Веберу, Франку- Ван дер Мерве, Крастанову- Странскому.
44. Методы *CVD* и *PCVD*.
45. Технология получения полупроводниковых квантовых точек.
46. Основы технологии полимерных, пористых, трубчатых и биологических наноматериалов.
47. Гибридные и супрамолекулярные материалы.
48. Нанопористые материалы (молекулярные сита).
49. Трубчатые наноматериалы.
50. Полимерные наноматериалы.
51. Наноматериалы, полученные методом самосборки.
52. Основные методы создания наноструктур: электронолитография и наноимпринтинг, локальная эпитаксия и эпитаксия поверхностно напряженных структур, самоформирование и синтез в матрицах (темплатный синтез), зондовые методы литографии.
53. Метод локального зондового окисления.
54. Физико- химические основы метода локального зондового окисления.
55. Особенности создания электропроводящих зондов.
56. Кинетика процесса локального зондового окисления полупроводников и сверхтонких металлических пленок.
57. Метод формирования диэлектрической пленки, модулированной по толщине.
58. Использование метода локального зондового окисления для создания наноструктур и элементов наноэлектроники.
59. Общая характеристика. Классификация консолидированных наноматериалов по составу, распределению и форме структурных составляющих.
60. Зерна, слои, включения и поры в консолидированных наноматериалах.
61. Дефекты, поверхности раздела, пограничные сегрегации.
62. Фактор Дебая– Уоллера.
63. Структура полимерных, биологических и углеродных наноматериалов.
64. Нанополимерные, супрамолекулярные, нанобиологические и нанопористые структуры.
65. Основные типы макромолекулярной архитектуры.
66. Темплаты (шаблоны).
67. Супрамолекулярные структуры.
68. Тубулярные и луковичные структуры.
69. Процессы самосборки.
70. Основные особенности проявления размерных эффектов в наноматериалах.
71. Электронное строение наноматериалов.
72. Квантовые эффекты.
73. Фазовые равновесия и термодинамика наноматериалов.
74. Фононный спектр и тепловые свойства наноматериалов.
75. Проводимость, оптические характеристики, диэлектрическая проницаемость и теплопроводность наноматериалов.
76. Перколяционная проводимость и плазменный резонанс в наноматериалах.
77. Структура, электрические и оптические свойства пленок аморфного алмазоподобного углерода, содержащих нанокластеры серебра ($a\text{-C:H}<Ag>$).
78. Структура, электрические и оптические свойства аморфных пленок ХСП, полученных разными методами. Наногетероморфизм аморфных структур.

79. Магнитные свойства наноматериалов. диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, атиферромагнетики, ферримагнетики и ферриты.
80. Суперпарамагнитное состояние.
81. Магнитокалорический эффект.
82. Механические свойства наноструктурных материалов.
83. Ползучесть.
84. Вязкость (внутреннее трение).
85. Неупругость.
86. Твердость,
87. прочность,
88. пластичность,
89. упругие характеристики наноматериалов.
90. Механизмы деформации наноматериалов.
91. Стабильность наноструктур.
92. Рост зерен. Диффузия.
93. Общие закономерности, роста зерен (рекристаллизации) в наноматериалах.
94. Реакционная способность.
95. Катализ.
96. Применение конструкционных, инструментальных и триботехнических наноматериалов.
97. Применение пористых наноматериалов и наноматериалов со специальными физико-химическими свойствами.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Методические рекомендации студентам

«Наносистемы. Методы получения и свойства» собой обширную, междисциплинарную и довольно сложную область знаний. Поэтому, чтобы донести материал до студента, необходимо уделять особое внимание систематичности, наглядности и доступности изложения. В настоящее время фактически существует мало учебников и пособий по данной дисциплине. Поэтому основная нагрузка ложится на лекции. Для изучения студентами данного курса в принципе достаточно знание курса общей физики и основ квантовой механики термодинамики.

Так как учебников и учебных пособий по данной дисциплине очень мало, то основная нагрузка ложится на лекции и их конспектирование. Для дополнительного изучения и самостоятельной работы предлагается использовать рекомендуемую литературу.

. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. А.Х. Матиев. Термодинамика полупроводникового материаловедения. Учебное пособие магистров специальности «Физика». - Магас:, ИнГУ, 2021 223 с.: ил.66.
<https://disk.yandex.ru/i/FBafHQC11tGn7A>
2. В. Лучинин «Наноиндустрия – базис новой экономики» Петербургский журнал электроники, №3 , 2003 г.
3. Большой энциклопедический словарь под.ред. А.М. Прхорова Москва «Большая Российская энциклопедия», Санкт-Петербург «Норинт», 1997 г.

4. Biebricher C.F., Nicols G, Schuster P, „Self-Organization in the Physico-Chemical and Life Science.1994.Report on Review Studies.PSS 0396, Commission of the European Communities Directorate-General for Science,Research and Development
5. Материаловедение. Учебник для технических вузов, ред.Б.Н. Арзамасов, Г.Г. Мухин, изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва 2001 гСправочник «Физические величины» под. Ред.И.С. Григорьева, Е.З.
6. Мейлихова изд. «Энергоатомиздат», Москва 1991 г.
7. Неорганическое материаловедение. Основы науки о материалах.
8. Энциклопедическое издание под. Ред. Г.Г. Гнесина, В.В. Скорохода, изд. «Наукова думка», Киев 2008 г
9. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы М. «Физматлит» 2002 г.
10. М.Г. Мильвидский, В.В. Чалдышев Наноразмерные кластеры в полупроводниках – новый подход к формированию свойств материалов Обзор. Физика и техника полупроводников, 1998 г. т.32 №5, стр.517
11. А.Д. Плюгаило, А.С. Розенберг, И.Е. Уфлянд «Наночастицы металлоа в полимерах», изд. «Химия», Москва, 2000 г.
12. Баранов А.М. А. А. Щука Электроника, Изд-во БХВ–Петербург, Спб, 2005 г.
13. В.П. Бонч-Бруевич, С.Г. Калашников «Физика полупроводников», изд. «Наука», Москва, 1977 г
14. Г.Б. Сергеев «Нанохимия» изд. МГУ, Москва, 2003 г.
15. О.А. Петрий, Г.А. Цирлина «Электрохимия межфазных границ»
16. Вайскопф «Физика в двадцатом столетии», изд. «Атомиздат», Москва, 1977 г
17. Миллер Т. Жизнь в окружающей среде. М. «Прогресс», 1993 г.
18. Состояние мира 1999. Доклад института Worldwatch о развитии по пути к устойчивому обществу. М.Изд-во МНЭПУ, 1997 г.
19. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года.
20. Моисеев Н.Н. Мировое сообщество и судьба России. М.Изд-во МНЭПУ, 1997 г.
21. Моисеев Н.Н. Как далеко до завтрашнего дня... Свободные размышления. 1917-1993 М. Изд-во МНЭПУ, 1997 г.
22. Глобалистика
23. И.Пригожин, И. Стенгерс «Время, хаос, квант, УРСЕ, Москва, 2003 г.
24. Ф. Даниэльс, Р. Олберти «Физическая химия», изд. «Мир», Москва, 1978 г
25. Я.И. Герасимов, В.П. Древин, Е.Н. Еремин, А.В. Киселев, В.П. Лебедев, Г.М. Панченков, А.И. Шлыгин «Курс физической химии», т.1, изд. «Химия», Москва, 1969
26. М.Х. Карапетьянц «Химическая термодинамика», изд. «Госхимиздат», Москва-Ленинград, 1953 г
27. И. Пригожин, Д. Кондепуди «Современная термодинамика.От тепловых двигателей до диссипативных структур», изд. «Мир», Москва, 2002 г.
28. Ч. Пул, Ф.Оуэнс, —Нанотехнологии, М., «Техносфера», 2008.
29. «Нанотехнологии в ближайшем десятилетии», под ред. М. Роко. М.. Мир. 2002.

Дополнительная литература

1. Н.Г. Хлебцов, В.А. Богатырев, Л.А. Дыкман, Б.Н. Хлебцов, "Золотые наноструктуры с плазмонным резонансом для биомедицинских исследований", Российские нанотехнологии, т.2 (3-4), 2009 (www.nanorfu.ru).
2. S. Datta, —Electronic transport in mesoscopic systems, (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 7 1995).
3. S. Datta, —Quantum transport: atom to transistor, (Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2005).

Рабочая программа дисциплины «Наносистемы. Методы получения и свойства» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (магистратура) 03.04.02. Физика. Направленность (*профиль подготовки Физика полупроводников*), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «07» 08 2021 г. № 914.

Программу составил: профессор кафедры «Физика» Матиев А.Х.

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»
Протокол № 11 от «27» апреля 2026 года.

Программа одобрена Учебно-методической комиссией физико-математического факультета
Протокол № 6 от «28» апреля 2026 года.

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедр ры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой
2026-2027г.	№ 11 от «27» апреля 2026 года.	Фонд оценочных средств указан как приложение. Прописаны индикаторы достижение компетенции (Знать, уметь, владеть)	