

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 « 12 » 03 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-математического факультета

_____/ Кульбужев Б. С.
от « 14 » 03 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.03 ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ В ОБЛАСТИ
ЭЛЕКТРОНИКИ

(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, 2025

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение исторического процесса открытия новых физических явлений, формирования теорий и законов, появления основополагающих идей и технических решений, основных этапов развития электроники, микроэлектроники и наноэлектроники.

Дисциплина должна способствовать созданию у магистров целостного представления пути развития электроники, основные закономерности исторического процесса в науке и технике, об эволюции представлений о существовании науки «История и методология науки и техники в области электроники» на разных этапах ее развития; об основных методах познания законов науки «История и методология электроники».

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина «История и методология науки и техники в области электроники» входит в базовую часть Б1.В.03 образовательной программы *магистратуры* по направлению (специальности) **03.04.02. «Физика»**.

В результате изучения дисциплины «История и методология науки и техники в области электроники» студент должен:

знать:

- основные закономерности исторического процесса в науке и технике, предпосылки возникновения и этапы исторического развития в области электроники;
- место и значение электроники и наноэлектроники в современном мире;
- основные направления, научные школы фундаментального и прикладного исследования и передовые производственные предприятия, работающие в области электроники и наноэлектроники;
- методологические основы и принципы современной науки;
- **знать и иметь представление** о вкладе великих ученых в формирование современной естественно - научной картины мира;

уметь:

- готовить методологическое обоснование научного исследования и технической разработки в области электроники;
- прогнозировать и анализировать социально - экономические, гуманитарные и экологические последствия научных открытий и новых технических решений в области электроники, микро и наноэлектроники;

владеть:

- навыками анализа и идентификации новых проблем и областей исследования в области электроники и микроэлектроники;
- навыками методологического анализа.

Дисциплина: «История и методология науки и техники в области электроники» имеет междисциплинарные связи с дисциплинами:

- «Философские основы научного и технического знания».
- «Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники».

Ограниченный лимит времени позволяет выполнить настоящую программу по изучению курса «История и методология науки и техники в области электроники» лишь при усло-

вии использования разнообразных методических форм подачи материала слушателям.

Одной из таких форм являются сопровождаемые демонстрациями натуральных и компьютерных экспериментов практические занятия, на которые следует выносить некоторые проблемные задачи и вопросы, не тратя времени на решение рядовых тренировочных задач.

В рамках лабораторного практикума используется умение магистров производить расчеты с помощью средств вычислительной техники. Это позволяет существенно приблизить уровень статистической культуры обработки результатов измерений в практикуме к современным стандартам, принятым в науке и производственной деятельности.

На *самостоятельную работу* студентов выносятся переработка материалов лекций и семинарских занятий, подготовка к лабораторно-практическим занятиям и обработка их результатов и составление отчетов, решение задач из предлагаемого кафедрой списка.

В качестве самостоятельной работы может быть рекомендованы написание одного - двух рефератов по темам близким к роду будущей деятельности студентов и связанным с применением физических приборов или общих закономерностей.

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 сред
3	Основы физико-химического анализа

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
Основы физико-химического анализа	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:

Таблица 3.1.			
Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся:
УК-1	Системное и критическое мышление. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	ИДК _{УК1} Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	<p>Знает содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности;</p> <p>Умеет планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности;</p> <p>Владеет приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний при выполнении профессиональной деятельности; технологиями организации процесса самообразования; способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности.</p>

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 4.1	
Виды учебной работы	Всего час/зач. ед.
Контактная работа (всего)	88/2,4
Лекции (Л)	54/1,5
Практические занятия (ПЗ)	34/0,9
Самостоятельная работа (всего)	/
Курсовая работа, подготовка к практическим занятиям	
Контроль самостоятельной работы	-
Вид отчетности	Экзамен-4
Общая трудоёмкость	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1				
РАЗДЕЛЫ (МОДУЛИ) ДИСЦИПЛИНЫ В СЕМЕСТРЕ	Лекции, (часы)	Практические занятия (ПЗ), час	СРС единицы (часы) Курсовые работ	Всего, час
Модуль 1. Введение. История развития нанотехнологии. Приоритетные направления нанотехнологии. Основные научные термины и определения	7	4	32	43
Тема 1.1. Понятие нанотехнологии	1	-		1
Тема 1.2. 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
Тема 1.3. Естественные границы развития существующей микроэлектроники. Квантовые ямы, проволоки и точки.	2	2		4
Тема 1.4. Создание нанобъектов по принципам «сверху – вниз» и «снизу – вверх». Фантастические возможности нанотехнологии. Основные научные термины и определения (наноматериалы, нанотехнология, нанодиагностика, наносистемотехника). Фундаментальные проблемы индустрии наносистем.	2	1		3
Модуль 2. Нанотехнологии «сверху – вниз»	8	5		13
Тема 2.1. Формирование твердотельных нанокластеров. Твердотельные химические реакции.	4	2		6

Тема 2.2. Механохимические превращения. Ударно- волновой синтез. Наноструктурирование под действием давления со сдвигом. Наноструктурирование путем кристаллизации аморфных структур. Компактирование (консолидация) нанокластеров	4	3		7
Модуль 3. Основы нанотехнологии консолидированных материалов	8	5		13
Тема 3.1. 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 деформация (кручение под высоким давлением, равноканальное угловое прессование).	2	1		3
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.	2	1		3
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.	2	2		3
Тема 3.4. 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		3
Модуль 4. Основные методы создания наноструктур	8	5		13
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.	4	2		6
Тема 4.2. Метод локального зондового окисления. Физико- химические основы метода локального зондового окисления. Особенности создания электропроводящих зондов.	2	2		4
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.	4	2		6
Модуль 5. Особенности наноструктуры наноматериалов	8	4		12
Тема 5.1. Общая характеристика. Классификация консолидированных наноматериалов по составу, распределению и форме структурных составляющих.	2	1		33
Тема 5.2. Зерна, слои, включения и поры в консолидированных наноматериалах.	2	1		3
Тема 5.3. Дефекты, поверхности раздела, пограничные сегрегации. Фактор Дебая– Уоллера.	2	1		3

Тема 5.4. Структура полимерных, биологических и углеродных наноматериалов. Нанополимерные, супрамолекулярные, нано-биологические и нанопористые структуры. Основные типы макромолекулярной архитектуры. Темплаты (шаблоны). Супрамолекулярные структуры. Тубулярные и луковичные структуры. Процессы самосборки.	2	1		3
Модуль 6. Физические свойства наноматериалов. Размерные эффекты.	8	5		13
Тема 6.1. Введение. Основные особенности проявления размерных эффектов в наноматериалах. Электронное строение наноматериалов. Квантовые эффекты.	0.5	0.5		1
Тема 6.2. Фазовые равновесия и термодинамика наноматериалов.	0.5	0.5		1
Тема 6.3. Фононный спектр и тепловые свойства наноматериалов.	0.5	0.5		1
Тема 6.4. Проводимость, оптические характеристики, диэлектрическая проницаемость и теплопроводность наноматериалов.	0.5	0.5		1
Тема 6.5. Перколяционная проводимость и плазменный резонанс в наноматериалах.	0.5	-		0.5
Тема 6.6. Структура, электрические и оптические свойства пленок аморфного алмазоподобного углерода, содержащих нанокластеры серебра ($a\text{-C:H}<\text{Ag}>$).	0.5	0.5		1
Тема 6.7. Структура, электрические и оптические свойства аморфных пленок ХСП, полученных разными методами. Наногетероморфизм аморфных структур.	1	0.5		1.5
Тема 6.8. Магнитные свойства наноматериалов. диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферри-магнетики и ферриты. Суперпарамагнитное состояние. Магнитокалорический эффект.	1	0.5		1.5
Тема 6.9. Механические свойства наноструктурных материалов. Ползучесть. Вязкость (внутреннее трение). Неупругость. Твердость, прочность, пластичность, упругие характеристики наноматериалов.	1	0.5		1.5
Тема 6.10. Теоретическое рассмотрение механизмов деформации наноматериалов. Основные результаты.	1	0.5		1.5
Тема 6.11. Стабильность наноструктур. Рост зерен. Диффузия. Общие закономерности, роста зерен (рекристаллизации) в наноматериалах. Реакционная способность. Катализ.	1	0.5		1.5
Модуль 7. Применение наноматериалов	7	5		12
Тема 7.1. Введение. Применение конструкционных, инструментальных и триботехнических наноматериалов. Применение пористых наноматериалов и наноматериалов со специальными физико- химическими свойствами.	7	5		12
Итого	54	34	32	106

5.2. Практические занятия

Таблица 5.2

№ 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
		Тема 1.1. Понятие нанотехнологии
		Тема 1.2. 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).
		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»
		Тема 2.1. Формирование твердотельных нанокластеров. Твердотельные химические реакции.
		Модуль 3. Основы нанотехнологии консолидированных материалов
		Тема 3.1. 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 деформация (кручение под высоким давлением, равноканальное угловое прессование).
		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
		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.
		Модуль 5. Особенности наноструктуры наноматериалов
		Тема 5.1. Общая характеристика. Классификация консолидированных наноматериалов по составу, распределению и форме структурных составляющих.
		Тема 5.2. Зерна, слои, включения и поры в консолидированных наноматериалах.
		Тема 5.3. Дефекты, поверхности раздела, пограничные сегрегации. Фактор Дебая– Уоллера.

		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.
		Тема 6.1. Введение. Основные особенности проявления размерных эффектов в наноматериалах. Электронное строение наноматериалов. Квантовые эффекты.
		Тема 6.2. Фазовые равновесия и термодинамика наноматериалов.
		Тема 6.3. Фононный спектр и тепловые свойства наноматериалов.
		Тема 6.4. Проводимость, оптические характеристики, диэлектрическая проницаемость и теплопроводность наноматериалов.
		Тема 6.5. Перколяционная проводимость и плазменный резонанс в наноматериалах.
		Тема 6.6. Структура, электрические и оптические свойства пленок аморфного алмазоподобного углерода, содержащих нанокластеры серебра ($a\text{-C:H} < Ag >$).
		Тема 6.7. Структура, электрические и оптические свойства аморфных пленок ХСП, полученных разными методами. Наногетероморфизм аморфных структур.
		Тема 6.8. Магнитные свойства наноматериалов. диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, атиферромагнетики, ферримагнетики и ферриты. Суперпарамагнитное состояние. Магнитокалорический эффект.
		Тема 6.9. Механические свойства наноструктурных материалов. Ползучесть. Вязкость (внутреннее трение). Неупругость. Твердость, прочность, пластичность, упругие характеристики наноматериалов.
		Тема 6.10. Теоретическое рассмотрение механизмов деформации наноматериалов. Основные результаты.
		Тема 6.11. Стабильность наноструктур. Рост зерен. Диффузия. Общие закономерности, роста зерен (рекристаллизации) в наноматериалах. Реакционная способность. Катализ.
		Модуль 7. Применение наноматериалов
		Тема 7.1. Введение. Применение конструкционных, инструментальных и триботехнических наноматериалов. Применение пористых наноматериалов и наноматериалов со специальными физико- химическими свойствами.

6. Образовательные технологии

7. 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	Количество часов
1	. Формирование твердотельных нанокластеров. Твердотельные химические реакции.	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс ТКС (А.Х Матиев).	4
2	Общая характеристика. Классификация консолидированных наноматериалов по составу, распределению и форме структурных составляющих.	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс ТКС (А.Х Матиев).	4
3	Фазовые равновесия и термодинамика наноматериалов.	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс ТКС (А.Х Матиев).	4
3	Структура, электрические и оптические свойства пленок аморфного алмазоподобного углерода, содержащих нанокластеры серебра ($\alpha\text{-C:H<Ag>}$).	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс ТКС (А.Х Матиев).	4
4	Магнитные свойства наноматериалов. диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики и ферриты. Суперпарамагнитное состояние. Магнитокалорический эффект.	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс ТКС (А.Х Матиев).	4
5	Введение. Применение конструкционных, инструментальных и триботехнических наноматериалов. Применение пористых наноматериалов и наноматериалов со специальными физико- химическими свойствами.	Н Написание конспекта	изучить	Электронный курс ТКС (А.Х Матиев).	4

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.

7.3. 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»	УК-1
2	Проверка конспектов	Модуль 3. Основы нанотехнологии консолидированных материалов	УК-1
3	Проверка конспектов	Модуль 4. Основные методы создания наноструктур	УК-1
	Проверка конспектов	Модуль 5. Особенности наноструктуры наноматериалов	УК-1
	Проверка конспектов	Модуль 6. Физические свойства нано- материалов. Размерные эффекты.	УК-1
	Проверка конспектов	Модуль 7. Применение наноматериалов	УК-1

8. 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 наномате- риалов.
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 наноимприн- тинг, локальня эпитаксия и эпитаксия поверхностно напряженных структур, само- формирование и синтез в матрицах (темплатный синтез), зондовые методы лито- графии.
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 сверхтон- ких металлических пленок.
57. Метод формирования диэлектрической пленки, модулированной по толщине.
58. Использование метода локального зондового окисления для создания нанострук- тур 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 ($a\text{-C:H}<\text{Ag}>$).
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

8.1. 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.

VI. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. А.Х. Матиев. Термодинамика полупроводникового материаловедения. Учебное пособие магистров специальности «Физика». - Магас:, ИнГГУ, 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. Плюгайло, А.С. Розенберг, И.Е. Уфлянд «Наночастицы металла 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. Мойсеев Н.Н. Мировое сообщество и судьба России. М.Изд-во МНЭПУ, 1997 г.
21. Мойсеев 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.nanorf.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 № 8 от « 11 » марта 2025 года

Программа одобрена Учебно-методическим советом физико-математического факультета
Протокол № 7 от « 13 » марта 2025 года