



**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.В.05 НАНОСИСТЕМЫ. МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА**  
**Направление подготовки магистратуры 03.04.02 Физика**

1.	<b>Цель изучения дисциплины</b> 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.	<b>Место дисциплины в структуре ОПОП ВО магистратуры</b> Дисциплина «Наносистемы. Методы получения и свойства» входит в пакет дисциплин блока 1 формирующих фундаментальное образование магистров по направлению 03.04.02 Физика. Профиль «Физика полупроводников». Изучается на 1 курсе во 2 семестре. В табл. 2.1 приведены названия предметов и разделов, которые необходимо усвоить для изучения дисциплины «Термодинамика конденсированных сред». 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 связ 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», «Основы рентгеноструктурного анализа» В табл. 2.1, 2.2 приведены названия предметов и разделов, которые необходимо усвоить для изучения дисциплины «Наносистемы. Методы получения и свойства».				
3	<b>3. Результаты освоения дисциплины (модуля)</b>				
	<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Индикатор достижения компетенции</b>	<b>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</b>	
	<b>ОПК-1</b>	Информационно-коммуникативная грамотность при решении профессиональных задач	Способен применять фундаментальны е знания в области физики для решения научно-исследовательск их задач, а также владеть	ИДК опк1. Знает теорию и основные законы в области естественнонаучных дисциплин	
				ИДК опк1-2. Умеет использовать естественно-научные знания при объяснении экспериментов, решения	



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет»  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ факультет

	ОПК-4		основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности;	профессиональных задач.	
			Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности	ИДК ОПК1-3. Владеет основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности и работы в научных группах.	
				ИДК ОПК4-1 Владеет навыками брать ответственность за последствия своих решений, касающихся профессиональной деятельности Умеет принимать решения в сфере своей профессиональной деятельности, высказывать обосновывать и отстаивать свою позицию по вопросам, касающимся профессиональной деятельности. Способность применять на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, способен самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива	
				ИДК ОПК4-2 Способен к абстрактному мышлению, анализу, синтезу; готов к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала для решения задач профессиональной деятельности; способен использовать в профессиональной деятельности углубленные фундаментальные знания, полученные в области физики.	



				ИДК ОПК4-3 Способен выбирать цели своей деятельности и пути и достижения, прогнозировать последствия научной, производственной и социальной деятельности, применять современные методы анализа, обработки и представления информации в сфере профессиональной деятельности, ставить и решать задачи, уметь системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создать новое знание -			
4.	Содержание дисциплины						
				Таблица 5			
РАЗДЕЛЫ (МОДУЛИ) ДИСЦИПЛИНЫ В СЕМЕСТРЕ				Лекции, (часы)	Практические занятия (ПР), час	СРС единицы (часы)	Всего, час
Модуль 1. Введение. История развития нанотехнологий. Приоритетные направления нанотехнологий. Основные научные термины и определения				4		3	5
Тема 1.1. Понятие нанотехнологии					16	18	44
Тема 1.2. Развитие нанотехнологий. Приоритетные направления нанотехнологий. 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»				2			
Тема 2.1. Формирование твердотельных нанокластеров. Твердотельные химические реакции.							
Тема 2.2. Механохимические превращения. Ударно- волновой синтез. Наноструктурирование под действием давления со сдвигом. Наноструктурирование путем кристаллизации							



аморфных структур. Компактирование (консолидация) нанокластеров					
<b>Модуль 3. Основы нанотехнологии консолидированных материалов</b>	4				
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).					
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.					
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.					
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.					
<b>Модуль 4. Основные методы создания наноструктур</b>	3				
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.					
Тема 4.2. Метод локального зондового окисления. Физико-химические основы метода локального зондового окисления. Особенности создания электропроводящих зондов.					
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.					
<b>Модуль 5. Особенности наноструктуры наноматериалов</b>	4				
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,					



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет»  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ факультет

	нанобиологические и нанопористые структуры. Основные типы макромолекулярной архитектуры. Темплаты (шаблоны). Супрамолекулярные структуры. Тубулярные и луковичные структуры. Процессы самосборки.					
	<b>Модуль 6. Физические свойства наноматериалов. Размерные эффекты.</b>	11				
	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 ( $a\text{-C:H} < \text{Ag} >$ ).					
	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, антиферромагнетики, 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.					
	<b>Модуль 7. Применение наноматериалов</b>	4				
	Тема 7.1. Введение. Применение конструкционных, инструментальных и триботехнических наноматериалов. Применение пористых наноматериалов и наноматериалов со специальными физико- химическими свойствами.					
	Итого	54	54	101	216	
5.	<b>Образовательные технологии</b>					
	№п.п.	Тема программы дисциплины	Применяемые технологии			Кол-во аудит. часов
	1	Введение. История развития нанотехнологий.	классическое традиционное; лекционное обучение			10
	2	Приоритетные направления нанотехнологий. Основные научные термины и	классическое традиционное; лекционное обучение, наглядные, программированные			12



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет»  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ факультет**

		определения																										
	3	Основы нанотехнологии консолидированных материалов	классическое традиционное; лекционное обучение, вербальные (аудио)	12																								
	4	Основные методы создания наноструктур.	классическое традиционное; лекционное обучение, наглядные, программированные	12																								
	5	Особенности наноструктуры наноматериалов	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа	13																								
	6	Физические свойства наноматериалов. Размерные эффекты.	классическое традиционное; лекционное обучение, самообучение	14																								
	7	Применение наноматериалов	классическое традиционное; лекционное обучение, дистанционные	15																								
6.	<b>Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)</b>																											
	<table><tr><th>Название ресурса</th><th>Ссылка/доступ</th></tr><tr><td>Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»</td><td><a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a></td></tr><tr><td>«Образовательный ресурс России»</td><td><a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a></td></tr><tr><td>Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА</td><td><a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a></td></tr><tr><td>Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)</td><td><a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a></td></tr><tr><td>Русская виртуальная библиотека</td><td><a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a></td></tr><tr><td>Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»</td><td><a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archive/index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archive/index.htm</a></td></tr><tr><td>Научная электронная библиотека «e-Library»</td><td><a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a></td></tr><tr><td>Электронно-библиотечная система IPRbooks</td><td><a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a></td></tr><tr><td>Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»</td><td><a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a></td></tr><tr><td>Информационно-правовая система «Консультант-плюс»</td><td>Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ</td></tr><tr><td>Электронно-библиотечная система «Юрайт»</td><td><a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a></td></tr></table>				Название ресурса	Ссылка/доступ	Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>	«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>	Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a>	Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a>	Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a>	Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archive/index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archive/index.htm</a>	Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>	Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>	Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>	Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ	Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>
Название ресурса	Ссылка/доступ																											
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>																											
«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>																											
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a>																											
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a>																											
Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a>																											
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archive/index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archive/index.htm</a>																											
Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>																											
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>																											
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»	<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>																											
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ																											
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>																											
7.	<b>Формы текущего контроля</b>																											
	Работа у доски; контрольные, самостоятельные работы.																											
8	<b>Форма промежуточного контроля - Экзамен</b>																											

**Разработчик:** д.ф.-м.н., профессор кафедры «Физика» Матиев А. Х.