

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и
научной работе

Лейфа А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ»

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Направленность (профиль) образовательной программы –

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2022

Форма обучения – Очная

Курс 4 Семестр 8

Зачет 8 сем

Общая трудоемкость дисциплины 72.0 (академ. час), 2.00 (з.е)

Составитель Е.В. Стукова, профессор, д-р физ.-мат. наук

Инженерно-физический факультет

Кафедра физики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 891

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

01.09.2022 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Стукова Е.В. Стукова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Стукова Е.В. Стукова

« 1 » сентября 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2022 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Систематическое изложение способов и методов применения основных принципов физического материаловедения и квантовой теории к исследованию свойств наноструктур.

Задачи дисциплины:

- изучение способов получения наноматериалов;
- изучение методов получения и исследования наноматериалов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Наноматериалы и нанотехнологии» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Для освоения дисциплины необходимо знать:

- 1) курс общей физики;
- 2) дисциплины модуля «Теоретическая физики».

Полученные знания должны служить базой для понимания физических основ явлений, происходящих на наноразмерном уровне, а также принципов функционирования приборов и устройств на основе наноструктур.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименования профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-1 Способен выполнять работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в соответствующей области знаний	ИД-1ПК-1 Знает основные принципы обработки и анализа научно-технической информации и результатов исследований в соответствующей области знаний ИД-2ПК-1 Понимает, умеет излагать и анализировать научно-техническую информацию, и полученные результаты исследований в соответствующей области знаний

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.00 зачетных единицы, 72.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7	
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9				
1	Общая характеристика наносистем. Размерные эффекты	8	4		4								4	подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий индивидуальной работы	
2	Молекулярно-лучевая эпитаксия гетероструктуры	8	4		4								4	подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий индивидуальной работы	
3	Сверхрешетки. Квантовые нити. Квантовые точки	8	4		4								4	подготовка к практическим занятиям, промежуточный контроль	
4	Фуллерены. Нанотрубки. Графен. Получение. Свойства	8	4		4								4	подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий индивидуальной работы	
5	Металлические кластеры Молекулярные металлокластеры	8	4		4								4	подготовка к практическим занятиям, промежуточный контроль	
6	Молекулярные моторы	8	4		4								3.8	подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий индивидуальной работы	
7	Зачет	8								0.2					
	Итого		24.0		24.0		0.0		0.0		0.2		0.0		23.8

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Общая характеристика наносистем. Размерные эффекты	Определение наносистем. Наноразмерные частицы: металлические, молекулярные кластеры, фуллерены, нанотрубки. Наноструктуры в объеме материала. Физические размерные эффекты. Квантовые размерные эффекты.
2	Молекулярно-лучевая эпитаксия гетероструктуры	Основы молекулярно-лучевой эпитаксии. Возможности молекулярно-лучевой эпитаксии. Структуры гетерограниц. Энергетические диаграммы.

3	Сверхрешетки. Квантовые нити. Квантовые точки	Типы сверхрешеток. Композиционные сверхрешетки. Квантование и минизоны. Технологии получения квантовых нитей и точек. Энергетические диаграммы. Экситоны в низкоразмерных структурах.
4	Фуллерены. Нанотрубки. Графен. Получение. Свойства	Технологии получения фуллеренов и нанотрубок. Фуллериты и их свойства. Хиральность нанотрубок. Физико-химические свойства фуллеренов и нанотрубок. Технологии получения графена. Механические свойства. Поведение двумерного электронного газа. Квантовый эффект Холла.
5	Металлические кластеры Молекулярные металлокластеры	Однокомпонентные и многокомпонентные металлокластеры. Кластеры с магическими числами. Коллективные эффекты в кластерах. Гигантские резонансы в спектрах поглощения. Определение молекулярного металлокластера. Структура молекулярных нанокластеров, примеры. Магические числа для молекулярных металлокластеров. Молекулярные кластеры в кристаллах.
6	Молекулярные моторы	Аденазитрифосфат (АТФ-синтаза) как молекулярная машина. Механизм, обеспечивающий вращение ротора. Экспериментальные доказательства вращения мотора. Электромоторы бактерий.

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
Общая характеристика наносистем. Размерные эффекты	Методы оценки поверхностной энергии наносистем. применение правил квантования к наносистемам различных размерностей и форм.
Молекулярно-лучевая эпитаксия гетероструктуры	Методы вычисления разрыва энергетических зон в гетероструктурах. Моделирование потенциалов на границах гетероструктур.
Сверхрешетки. Квантовые нити. Квантовые точки	Определение симметрии сверхрешеток различных типов. Моделирование энергетических спектров СР, КН, КТ.
Фуллерены. Нанотрубки Графен. Получение. Свойства	Обсуждение ИР по углеродным наноматериалам и по разделам 1-3. Моделирование свойств двумерного электронного газа в электрическом и магнитном полях.
Металлические кластеры. Молекулярные металлокластеры	Оболочечная электронная структура кластеров щелочных и редкоземельных металлов. Моделирование структур оболочек. Моделирование электронных спектров металлокластеров и кластеров в кристаллах.
Молекулярные моторы	Моделирование протонного переноса в биологических системах.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Общая характеристика наносистем. Размерные эффекты	подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий индивидуальной работы	4
2	Молекулярно-лучевая эпитаксия гетероструктуры	подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий индивидуальной работы	4
3	Сверхрешетки. Квантовые нити. Квантовые точки	подготовка к практическим занятиям, промежуточный контроль	4
4	Фуллерены. Нанотрубки. Графен. Получение. Свойства	подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий индивидуальной работы	4
5	Металлические кластеры Молекулярные металлокластеры	подготовка к практическим занятиям, промежуточный контроль	4
6	Молекулярные моторы	подготовка к практическим занятиям, выполнение заданий индивидуальной работы	3.8

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 – «Физика» реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При преподавании дисциплины «Наноматериалы и нанотехнологии» используются как традиционные (лекция, лекция - беседа, проблемная лекция, лекция-семинар), так и инновационные технологии (применение мультимедийного проектора, семинар-дискуссия, использование ресурсов сети Internet и электронных учебников).

Лекционные занятия проводятся с использованием традиционной, активной и интерактивной форм обучения. Практические занятия проводятся с использованием активных и интерактивных форм обучения.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Наноматериалы и нанотехнологии».

Вопросы к зачету

1. Общее определение наноструктуры.
2. Физические размерные эффекты в наносистемах.
3. Квантовые размерные эффекты в наносистемах.
4. Принципы молекулярно-лучевой эпитаксии.

5. Энергетических диаграммы на границах гетеропереходов.
6. Что такое напряженная и ненапряженная сверхрешетка?
7. Минизоны в сверхрешетках.
8. Свойства двумерного электронного газа.
9. Квантовый эффект Холла.
10. Баллистический перенос в квантовых нитях.
11. Принцип действия лазера на квантовых точках.
12. Принцип действия туннельного диода.
13. Геометрические свойства фуллеренов.
14. Зависимость физических параметров нанотрубок от их хиральности.
15. Двумерный электронный газ в графене и квантовый эффект Холла.
16. Оболочечная модель металлического кластера.
17. Модель желе кластера.
18. Многоэлектронный эффекты в металлических кластерах.
19. Экситоны в низкоразмерных структурах.
20. Химическая связь в молекулярных металлокластерах.
21. Механизмы прохождения протонного тока в биологических системах.
22. Экспериментальные исследования физических свойств молекулярного мотора АТР-синтаза.
23. Принципы функционирования биологических мембран.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Введение в нанотехнологию : учебник / В. И. Марголин, В. А. Жабрев, Г. Н. Лукьянов, В. А. Тупик. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-1318-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/211034](https://e.lanbook.com/book/211034) (дата обращения: 21.03.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Неволин, В. К. Квантовая физика и нанотехнологии [Электронный ресурс] / В. К. Неволин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Техносфера, 2013. — 128 с. — 978-5-94836-361-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16975.html>
3. Наноматериалы и нанотехнологии : учебник для вузов / Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова, О. Ю. Ганзуленко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-9299-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/189483](https://e.lanbook.com/book/189483) (дата обращения: 07.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Илюшин, В. А. Наноматериалы : учебное пособие / В. А. Илюшин. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 114 с. — ISBN 978-5-7782-3858-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: [https:// e.lanbook.com/ book/152132](https://e.lanbook.com/book/152132) (дата обращения: 07.12.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Операционная система MS Windows 10 Education, Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 30 июня 2019 года.
2	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium http:// code.google.com/ intl/ ru/ chromium/ terms.html на условиях https:// www.google.com/ chrome/ browser/privacy/eula_text.html .
3	http:// dxdy.ru/ fizika-f2.html	Научный форум. Физика, Математика, Химия, Механика и Техника. Обсуждение теоретических вопросов, входящих в стандартные учебные курсы.

		Дискуссионные темы физики: попытки опровержения классических теорий и т.п. Обсуждение нетривиальных и нестандартных учебных задач. Полезные ресурсы сети, содержащие материалы по физике
--	--	--

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http://window.edu.ru	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
2	https://scholar.google.ru/	Google Scholar —поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
3	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно- аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
4	http://grotrian.nsu.ru/	Электронная структура атомов Российская информационно- справочная система по спектральным данным атомов и ионов с одной из самых полных баз спектральных данных среди мировых систем.
5	http://www.mavicanet.ru/	MavicaNET - Многоязычный Поисковый Каталог. Теоретическая физика. Институты, лаборатории и др. организации, занимающиеся исследованиями в области теоретической физики. Может содержать все существующие подкатегории раздела физика, если источник связан с теоретическими исследованиями.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно- библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно- образовательную среду университета