

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Кафедра теоретической физики и нанотехнологий



УТВЕРЖДАЮ
проректор

П.А. Машаров

2024 г.

МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

Укрупненная группа направлений подготовки	27.00.00	Управление в технических системах
Программа высшего образования		Программа бакалавриата
Направление подготовки	27.03.03	Системный анализ и управление
Профиль подготовки		Системный анализ и управление
Квалификация		Бакалавр
Форма обучения		Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины **«Нanomатериалы и нанотехнологии»** для обучающихся по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление (Профиль: Системный анализ и управление), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 07 августа 2020 г. № 902 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

Разработчик:

зав. кафедрой теоретической физики
и нанотехнологий,
докт. физ.-мат. наук, профессор



А.Г. Петренко

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий.

Протокол от 26.03.2024 г. №16

Заведующий кафедрой



А.Г. Петренко

СОГЛАСОВАНО:

Декан факультета математики и
информационных технологий
28.03.2024 г.



И.А. Моисеенко

Учебно-методическая комиссия факультета математики и информационных технологий.

Протокол от 27.03.2024 г. № 3.

Председатель



Л. И. Селякова

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,
канд. экон. наук, доц.
26.03.2024 г.



А.М. Гизатулин

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Линейная алгебра, Математический анализ, Информационные технологии.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Управление знаниями в цифровой экономике, Нейросетевое моделирование в технических системах, Производственная практика: преддипломная.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	27.03.03 Системный анализ и управление (Профиль: Системный анализ и управление)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М6.2 Наноматериалы и нанотехнологии
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы	всего	
Очная	3	6	30	–	30	48	108	экзамен

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование знаний и умений студентов в области современных методов, средств, технологий создания новых нанопорошковых материалов.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-4. Способен осуществлять оценку эффективности технических систем методами системного анализа и управления	ОПК-4.2. Определяет методы исследования конкретных наноматериалов, использует цифровые методы обработки экспериментальных результатов	ОПК-4.2.1. Знает виды и свойства нанообъектов и наноматериалов, характеристики физико-химических процессов, их синтеза и методы их исследования.. ОПК-4.2.2. Умеет определять конкретную профессиональную задачу, собирать необходимую исходную информацию в периодической литературе, на основе анализа сформулировать последовательность решения задачи. ОПК-4.2.3. Владеет методами поиска информации.

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1. Наноматериалы и нанотехнологии	
Наноматериалы и технологии	История. Современность. Перспективы.
Понятие о наноматериалах, основы классификации и типы структур наноматериалов	Терминология. Основы классификации наноматериалов. Основные типы структур наноматериалов.
Особенности свойств наноматериалов и основные направления их использования	Физические принципы специфики наноматериалов. Основные области применения наноматериалов и возможные ограничения.
Основные технологий получения наноматериалов	Методы порошковой металлургии. Методы с использованием аморфизации. Методы с использованием интенсивной пластической деформации. Методы с использованием технологий обработки поверхностей.
Фуллерены, фуллериты, нанотрубки	Фуллерены. Фуллериты. Нанотрубки.
Квантовые точки, нанопроволоки и нановолокна	Квантовые точки. Нанопроволоки. Нановолокна.
Раздел 2. Основные методы исследования наноматериалов	
Электронная микроскопия	Просвечивающая электронная микроскопия. Растровая электронная микроскопия.
Спектральные методы исследования	Электронная Оже-спектроскопия. Масс-спектрометрия вторичных ионов. Лазерный микроразностный анализ.
Сканирующие зондовые методы исследования	Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия. Магнитосиловая зондовая микроскопия. Сканирующая микроскопия ближней оптической зоны.
Перспективы использования наноматериалов	Перспективы использования наноматериалов

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 6

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Наноматериалы и нанотехнологии	18		18	24	60
Наноматериалы и технологии	3		3	4	10
Понятие о наноматериалах, основы классификации и типы структур наноматериалов	3		3	4	10
Особенности свойств наноматериалов и основные направления их использования	3		3	4	10
Основные технологий получения наноматериалов	3		3	4	10
Фуллерены, фуллериты, нанотрубки	3		3	4	10
Квантовые точки, нанопроволоки и нановолокна	3		3	4	10
Раздел 2. Основные методы исследования наноматериалов	12		12	24	48
Электронная микроскопия	3		3	6	12

Спектральные методы исследования	3		3	6	12
Сканирующие зондовые методы исследования	3		3	6	12
Перспективы использования наноматериалов	3		3	6	12
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	30		30	48	108
ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	30		30	48	108

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Классификация наноматериалов.
2. Типы структур наноматериалов.
3. Основные физические причины спецификации наноматериалов.
4. Конструкционные и инструментальные материалы.
5. Области применения наноматериалов.
6. Ограничения в использовании наноматериалов.
7. Методы порошковой металлургии.
8. Аморфизация.
9. Методы с использованием интенсивной пластической деформации.
10. Методы с использованием технологии обработки поверхности.
11. Фуллерены, фуллериты, нанотрубки.
12. Квантовые точки.
13. Нанопроволки.
14. Нановолокна.

Раздел 2.

1. Просвечивающая электронная микроскопия.
2. Растровая электронная микроскопия (РЭМ).
3. Электронная Оже-спектроскопия.
4. Масс-спектроскопия вторичных ионов.
5. Сканирующие зондовые методы исследования.
6. Сканирующая туннельная микроскопия.
7. Атомно-силовая микроскопия.
8. Сканирующая микроскопия ближней оптической зоны.

7.2. Темы докладов (рефератов)

1. Нанонаука и нанотехнологии.
2. Классификация наноматериалов.
3. Среда обитания нанобъектов.
4. Технологии наноструктурирования.
5. Углеродные нанобъекты.
6. Приборы: микроскопия, спектроскопия, сканирование, измерение.
7. Будущее нанотехнологий: перспективы, проблемы, безопасность.
8. Физические и биохимические методы нанотехнологий.
9. Биологическая опасность применения нанотехнологий.
10. Наноматериалы и их применение.

7.3. Темы письменных работ (типы задач)

- Получение наноматериалов физическими методами.
- Получение наноматериалов химическими методами.
- Принцип действия просвечивающего электронного микроскопа.
- Растровая электронная микроскопия.
- Оже-спектроскопия.
- Зондовые методы исследования.

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

7.4. Образец содержания экзаменационного билета

Донецкий государственный университет
Физико-технический факультет
Кафедра теоретической физики и нанотехнологий

Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	27.03.03 Системный анализ и управление
Профиль подготовки	Системный анализ и управление
Форма обучения	Очная
Семестр	Шестой
Дисциплина	Наноматериалы и нанотехнологии

Экзаменационный билет № 1

1. Классификация наноматериалов.
2. Физические методы нанотехнологий.
3. Зондовые методы исследования.

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий, протокол № ____ от ____ 202__ г.

Заведующий кафедрой

Экзаменатор

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

8.1. Семестр 6

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1,2	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	10
	Практическая работа	15
	Контрольная работа по теоретическому материалу	15
ИТОГО		60
Экзамен		40

Общий итог за семестр	100
-----------------------	-----

Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
 - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
 - лекции оформляются в виде электронного документа;
 - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
 - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
 - письменные задания выполняются на компьютере;
 - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
 - в печатной форме увеличенным шрифтом;
 - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
 - в печатной форме;
 - в форме электронного документа.

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в Главном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Гурова, 6). Для проведения практических занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

11.1. Основная литература

1. Петренко А.Г. Методы исследований наноматериалов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / А.Г.Петренко – Донецк : ДонНУ, 2019. – Электронные данные (1 файл).
2. Милославский А.Г. Конспект лекций по курсу «Основы процессов микро- и нанотехнологий». – Донецк: ДонНУ, 2018. -246 с.
3. Терехов, С. В. Физика нанобъектов : [учебное пособие] / С. В. Терехов, В. Н. Варюхин ; ГОУ ВПО «ДонНУ» - Донецк : ДонНУ, 2013. – 418 с.
4. Наноматериалы, нанопокрyтия, нанотехнологии : [учеб. пособие] / [Н. А. Азаренков, В. М. Береснев, А. Д. Погребняк и др.] ; Харьковский нац. ун-т им. В. Н. Каразина. - Харьков : ХНУ им. В. Н. Каразина, 2009. - 209 с.

11.2. Дополнительная литература

5. Нанотехнологии и специальные материалы : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 140140 - Техн. физика / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, С. А. Вологжанина, А. П. Петкова ; под ред. Ю. П. Солнцева. - Санкт-Петербург : Химиздат, 2009. - 334, [1] с.
6. Мартинес-Дуарт, Дж. М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда ; пер. с англ. А. В. Хачояна ; под ред. Е. Б. Якимова. - Изд. 2-е. - Москва : Техносфера, 2009. - 367 с.
7. Получение и исследование наноструктур : лабораторный практикум по нанотехнологиям / [А. А. Евдокимов и др.] ; под ред. А. С. Сигова. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 146 с.

12. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.
8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

13. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).