

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

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

Физико-технический факультет
Кафедра теоретической физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ
проректор

_____ П. А. Машаров
«17» апреля 2025 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	27.03.05	Инноватика
Направленность (профиль) образовательной программы	Управление проектами трансформации	цифровой
Квалификация	Бакалавр	
Форма обучения	Очная	

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Нanomатериалы и нанотехнологии»** для обучающихся по направлению подготовки 27.03.05 Инноватика (Профиль: Управление проектами цифровой трансформации) составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 27.03.05 Инноватика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от «31» июля 2020 г. № 870 (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 2025 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 10.04.2025 г. №18

Заведующий кафедрой

А.Г. Петренко

СОГЛАСОВАНО:

Декан учетно-финансового факультета
16.04.2025 г.

Н. В. Алексеенко

Учебно-методическая комиссия учетно-финансового факультета.

Протокол от 15.04.2025 г. № 6.

Председатель

А. А. Блажевич

Руководитель основной профессиональной
образовательной программы,

д-р экон. наук, проф.

10.04.2025 г.

Т.О. Загорная

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: Математический анализ, Линейная алгебра, Информационные технологии и инструменты программирования.

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

Системы искусственного интеллекта, Экономические основы наукоемкого производства, Курсовая работа по управлению инновационной деятельностью, Производственная практика: организационно-управленческая.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы (далее – ОП)	27.03.05 Инноватика (Профиль: Управление проектами цифровой трансформации)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М5.3 Наноматериалы и нанотехнологии
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	2	3	17	17	-	74	108	зачет

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование знаний и умений студента 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-2. Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей)	ОПК-2.1. Ориентируется в разнообразии наноматериалов, анализирует периодическую литературу для решения конкретной профессиональной задачи	ОПК-2.1.1. Знает виды и свойства нанообъектов и наноматериалов, характеристики физико-химических процессов, их синтеза и методы их исследования. ОПК-2.1.2. Умеет определять конкретную профессиональную задачу, собирать необходимую исходную информацию в периодической литературе, на основе анализа сформулировать последовательность решения задачи. ОПК-2.1.3. Владеет актуальной информацией о технологиях и методах исследования наноматериалов.
	ОПК-2.2. Определяет методы исследования конкретных наноматериалов, использует цифровые методы обработки экспериментальных результатов	ОПК-2.2.1. Знает закономерности и физико-химические модели процессов получения нанообъектов. ОПК-2.2.2. Умеет выбирать и использовать методы анализа наноматериалов и наноструктур. ОПК-2.2.3. 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 микрозондовый 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 – 2, семестр – 3

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Наноматериалы и нанотехнологии	10	10		42	62
Наноматериалы и технологии	1	1		7	9
Понятие о наноматериалах, основы классификации и типы структур наноматериалов	1	1		7	9
Особенности свойств наноматериалов и основные направления их использования	2	2		7	11
Основные технологий получения наноматериалов	2	2		7	11
Фуллерены, фуллериты, нанотрубки	2	2		7	11
Квантовые точки, нанопроволоки и нановолокна	2	2		7	11
Раздел 2. Основные методы исследования наноматериалов	7	7		32	46
Электронная микроскопия	1	1		8	10
Спектральные методы исследования	2	2		8	12
Сканирующие зондовые методы исследования	2	2		8	12
Перспективы использования наноматериалов	2	2		8	12
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	17		74	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 лабораторных работ:

- 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.

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.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.

8.1. Семестр 3

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1-2	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	10
	Контрольная работа по теоретическому материалу	20
ИТОГО		60
Промежуточная аттестация (зачет)		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. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4 учебном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения 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 кафедры теоретической физики и нанотехнологий (ауд.256).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины могут применяться 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.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

10.1. 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 нанообъектов : [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.

10.2. Дополнительная литература

1. 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.
2. 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.
3. 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.

11. 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: 31.03.2025). – 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: 31.03.2025). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. –Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания Сетевой электронной библиотеки, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://urait.ru/library/svobodnyy-dostup/> (дата обращения: 31.03.2025). – Режим доступа: издания свободного доступа, для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 31.03.2025). – 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: 31.03.2025). – 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: 31.03.2025). – Режим доступа: свободный.

12. 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).