

## 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 компьютерное моделирование.

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

Промышленные технологии и инновации, Экономические основы наукоемкого производства, Системы искусственного интеллекта, Учебная практика: проектная.

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

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

### 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	34		57	108	зачет
Заочная	2	4	6	6		96	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	ОПК-2.1. Ориентируется в разнообразии наноматериалов, анализирует периодическую литературу для	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

профильных разделов математических, технических и естественно-научных дисциплин (модулей)	решения конкретной профессиональной задачи	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 микронзондовый 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	20		36	66
Наноматериалы и технологии	1	2		6	9
Понятие о наноматериалах, основы классификации и типы структур наноматериалов	1	2		6	9
Особенности свойств наноматериалов и основные направления их использования	2	4		6	12
Основные технологий получения наноматериалов	2	4		6	12
Фуллерены, фуллериты, нанотрубки	2	4		6	12
Квантовые точки, нанопроволоки и нановолокна	2	4		6	12
Раздел 2. Основные методы исследования наноматериалов	7	14		21	42
Электронная микроскопия	1	2		6	9
Спектральные методы исследования	2	4		5	11
Сканирующие зондовые методы исследования	2	4		5	11
Перспективы использования наноматериалов	2	4		5	11
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	34		57	108

### 6.2. Форма обучения – заочная, курс – 2, семестр – 4

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
Раздел 1. Наноматериалы и нанотехнологии	4	4		60	68
Наноматериалы и технологии	0,5	0,5		10	11
Понятие о наноматериалах, основы классификации и типы структур наноматериалов	0,5	0,5		10	11
Особенности свойств наноматериалов и основные направления их использования	0,5	0,5		10	11
Основные технологий получения наноматериалов	0,5	0,5		10	11
Фуллерены, фуллериты, нанотрубки	1	1		10	12
Квантовые точки, нанопроволоки и нановолокна	1	1		10	12
Раздел 2. Основные методы исследования наноматериалов	2	2		36	40

Электронная микроскопия	0,5	0,5		9	10
Спектральные методы исследования	0,5	0,5		9	10
Сканирующие зондовые методы исследования	0,5	0,5		9	10
Перспективы использования наноматериалов	0,5	0,5		9	10
ИТОГО ЗА КУРС	6	6		96	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 нанообъектов.
4. Технологии наноструктурирования.
5. Углеродные нанообъекты.
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.).

### 8.1. Семестр 3

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1,2	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	10
	Лабораторные работы	15
	Контрольная работа по теоретическому материалу	15
ИТОГО		60
Зачет		40
Общий итог за семестр		100

### 8.2. Семестр 4

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1,2	Организационно-учебная работа в аудитории	20
	Самостоятельная работа	10
	Лабораторные работы	15
	Контрольная работа по теоретическому материалу	15
ИТОГО		60
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. 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 4 учебном корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). 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 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 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).