

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра теоретической физики и нанотехнологий



УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научно-методической  
и учебной работе

*Е.И. Скафа* Е.И. Скафа

22» апреля 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основы процессов микро и нанотехнологий

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы

Профиль подготовки:

Образовательная программа: бакалавриат

Квалификация: академический бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Донецк 2020

**УТВЕРЖДАЮ:**

Декан физико-технического факультета

С.А.Фоменко



«17» апреля 2020 г.

Программа учебной дисциплины «Основы процессов микро и нанотехнологий» составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) Донецкой Народной Республики (ДНР) по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от 28 сентября 2016 г. № 987; Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.; учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 28.03.03 Наноматериалы, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Профессор кафедры

теоретической физики и нанотехнологий

А.Г.Милославский

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол №15 от «02» апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой

В.Н.Варюхин

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета

Протокол № 5 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии факультета

В.Н.Котенко

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

«Основы процессов микро и нанотехнологий» является дисциплиной базовой части Профессионального Блока по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения предметов «Линейная алгебра», «Аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Механика и молекулярная физика» на предыдущем уровне образования. Полученные знания используются студентами во время выполнения учебной и производственной практики, при написании выпускной квалификационной работы.

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	28.03.03 Наноматериалы	
Профиль		
Образовательная программа	бакалавриат	
Квалификация	академический бакалавр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина базовой части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	МК, экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	3	3
Год подготовки	1	1
Семестр	2	
Количество часов	108	108
- лекционных	34	6
- практических, семинарских		
- лабораторных	34	6
- самостоятельной работы	40	96
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	4	12
в т.ч. аудиторных	4	12

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи

**Цель** - ознакомление студентов с основными направлениями в области создания новых материалов.

**Задача** - является формирование знаний и умений студента в области современных методов, средств, технологий создания новых нанопорошковых материалов.

**Требования к результатам освоения дисциплины.** Процесс изучения дисциплины

«Основы процессов микро и нанотехнологий» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО ДНР по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 28.03.03 Наноматериалы.

**а) общекультурных (ОК):**

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны (ОК-13);
- способность работать с информацией в глобальных компьютерных сетях (ОК- 14);

**б) общепрофессиональных (ОПК):**

- способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке) (ОПК-1);
- способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);
- способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией (ОПК-6);

**в) профессиональных (ПК):**

**научно-исследовательская и проектная деятельность:**

- способность использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ноль, одно и двухмерное), о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой (ПК-2);
- способность применять навыки использования (под руководством) методов моделирования, оценки, прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств наноматериалов, стандартизации и сертификации материалов и процессов (ПК-4);

**В результате изучения учебной дисциплины студент должен:**

**знать:** основные понятия, классификацию и свойства дисперсных систем; возможности самоорганизации вещества; структуры дисперсных систем; методы получения нанопорошков; влияние размера частиц на физико-химические и биологические свойства нанопорошков

**уметь:** выбрать режим получения нанопорошков конкретных материалов; выбрать метод определения характеристик нанопорошков; оценить точность полученных результатов

**владеть:** навыками выбора режимов получения нанопорошков конкретных материалов; выбора методов определения характеристик нанопорошков; оценки точности полученных результатов.

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<b>Содержательный модуль 1«Нанонаука, наноматериалы, нанотехнологии»</b>	
<b>Тема 1.</b> Предмет и задачи курса.	Нанонаука, наноматериалы, нанотехнологии. Наноразмерные системы. Состояние и перспективы развития исследований

Парадигмы новых технологий	наноматериалов в мире
<b>Тема 2.</b> Формы самоорганизации вещества	Кластерные наносистемы. Классификация кластеров. Дисперсные системы. Классификация
<b>Тема 3.</b> Физика и химия поверхности	Термодинамика поверхностных явлений. Поверхностная энергия и натяжение. Физическая и химическая адсорбция
<b>Тема 4.</b> Фракталы	Основные понятия и классификация. Характеристика фрактальных материалов
<b>Содержательный модуль 2 «Получение наноматериалов»</b>	
<b>Тема 5.</b> Методы получения нанопорошков	Синтез нанопорошков. Метод термического разложения. Метод совместимого осаждения
<b>Тема 6.</b> Получение нанопорошков диоксида циркония	Влияние физических полей на процесс получения нанопорошков. Механизмы роста наночастиц диоксида циркония
<b>Тема 6.</b> Консолидация нанопорошков	Компактирование нанопорошков в условиях высокого гидростатического давления. Спекание нанопорошков. Процессы деградации
<b>Тема 8.</b> Особенности керамических материалов	Физические свойства нанокерамики. Нанотехнологии в электрохимических источниках тока

### Тематический план

Содержательный модуль 1«Нанонаука, наноматериалы, нанотехнологии»												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
Тема 1. Предмет и задачи курса. Парадигмы новых технологий	13	4		4	5		12	1			11	
Тема 2. Формы самоорганизации вещества	13	4		4	5		14	1		2	11	
Тема 3. Физика и химия	13	4		4	5		12	0,5		0,5	11	

поверхности												
<b>Тема 4.</b> Фракталы	15	5		5	5		16	0,5		0,5	15	
<b>Итого по содержательному модулю 1</b>	<b>54</b>	<b>17</b>		<b>17</b>	<b>20</b>		<b>54</b>	<b>3</b>		<b>3</b>	<b>48</b>	

### Тематический план

Содержательный модуль 2 «Получение наноматериалов»												
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов											
	Очная форма обучения						Заочная форма обучения					
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.				
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
<b>Тема 5.</b> Методы получения нанопорошков	13	4		4	5		12	1			11	
<b>Тема 6.</b> Получение нанопорошков диоксида циркония	13	4		4	5		14	1		2	11	
<b>Тема 6.</b> Консолидация нанопорошков	13	4		4	5		12	0,5		0,5	11	
<b>Тема 8.</b> Особенности керамических материалов	15	5		5	5		16	0,5		0,5	15	
<b>Итого по содержательному модулю 2</b>	<b>54</b>	<b>17</b>		<b>17</b>	<b>20</b>		<b>54</b>	<b>3</b>		<b>3</b>	<b>48</b>	
<b>Всего по модулю</b>	<b>108</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>40</b>		<b>108</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>96</b>	

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

### Темы лекционных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Предмет и задачи курса. Парадигмы новых технологий	4
2	Формы самоорганизации вещества	4
3	Физика и химия поверхности	4
4	Фракталы	5
5	Методы получения нанопорошков	4
6	Получение нанопорошков диоксида циркония	4

7	Консолидация нанопорошков	4
8	Особенности керамических материалов	5
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>

### Темы лабораторных занятий

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Метод просвечивающей электронной микроскопии	5
2	Исследования наноматериалов методом просвечивающей электронной микроскопии	5
3	Метод определения удельной поверхности частиц БЭТ	5
4	Метод получения ИК-спектров	5
5	Анализ нанопорошков методом ДТА и ДСК	5
6	Определение характеристик плотности нанопорошков	5
7	Анализ поверхности изломов методом РЭС	4
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Организация самостоятельной работы студентов

<i>№ n/n</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Полупрямой метод просвечивающей электронной микроскопии	7
2	Косвенный метод просвечивающей электронной микроскопии	6
3	Лазерный микрозондовый анализ	7
4	Атомно-силовая микроскопия (AFM)	6
5	Магнитосиловая зондовая микроскопия (MFM)	7
6	Сканирующая микроскопия ближней оптической зоны (SNOM)	7
	<b>ВСЕГО</b>	<b>40</b>

### 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ (не предусмотрено рабочим планом)

### 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Нанонаука, наноматериалы, нанотехнологии. Наноразмерные системы.
2. Состояние и перспективы развития исследований наноматериалов в мире
3. Кластерные наносистемы. Классификация кластеров.
4. Дисперсные системы. Классификация
5. Термодинамика поверхностных явлений.
6. Поверхностная энергия и натяжение.
7. Физическая и химическая адсорбция
8. Фракталы. Основные понятия и классификация.
9. Характеристика фрактальных материалов

## 9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

(образец варианта и критерии оценивания)

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-технический

Направление подготовки: **28.03.03 Наноматериалы**

Профиль:

Программа подготовки: **бакалавриат**

Семестр **2**

Учебная дисциплина **Основы процессов микро и нанотехнологий**

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

#### ВАРИАНТ №1

1. Наноразмерные системы.
2. Химическая адсорбция..
3. Фракталы.

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий,  
протокол № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой

Преподаватель

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### Критерии оценивания модульного контроля

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	10
Задание 2	10
Задание 3	10
<b>Всего</b>	<b>30</b>

## 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

### Теоретические вопросы к экзамену

1. Нанонаука, наноматериалы, нанотехнологии.
2. Наноразмерные системы.
3. Состояние и перспективы развития исследований наноматериалов в мире.
4. Кластерные наносистемы.
5. Классификация кластеров.
6. Дисперсные системы. Классификация.
7. Термодинамика поверхностных явлений.
8. Поверхностная энергия и натяжение.
9. Физическая и химическая адсорбция
10. Основные понятия и классификация.
11. Характеристика фрактальных материалов.
12. Синтез нанопорошков.
13. Метод термического разложения.

14. Метод совместимого осаждения.
15. Влияние физических полей на процесс получения нанопорошков.
16. Механизмы роста наночастиц диоксида циркония.
17. Компактирование нанопорошков в условиях высокого гидростатического давления.  
Спекание нанопорошков.
18. Процессы деградации.
19. Физические свойства нанокерамики.
20. Нанотехнологии в электрохимических источниках тока.

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-технический

*Направление подготовки:* **28.03.03 Наноматериалы**

*Профиль:*

*Программа подготовки:* **бакалавриат**

*Семестр* **2**

*Учебная дисциплина* **Основы процессов микро и нанотехнологий**

#### БИЛЕТ №1

1. Метод совместимого осаждения.
2. Влияние физических полей на процесс получения нанопорошков.
3. Механизмы роста наночастиц диоксида циркония.

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий,  
протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Экзаменатор \_\_\_\_\_

#### *Критерии оценивания экзамена*

<i>Номер задания</i>	<i>Количество баллов</i>
Задание 1	15
Задание 2	15
Задание 3	20
<b>Всего</b>	<b>50 баллов</b>

### 11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу «Основы процессов микро и нанотехнологий» предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальной работы и экзамена. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

#### *Распределение баллов, которые могут получить студенты в процессе изучения дисциплины*

Организационно учебная работа студента	СРС		Всего
	Индивидуальная работа	Модульный контроль	
max 10 баллов	max 10 баллов	max 30 баллов	100

**Шкала соответствия баллов национальной шкале**

Оценка по шкале ECTS	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Оценка по государственной шкале (зачет)
<b>A</b>	90-100	5 (отлично)	зачтено
<b>B</b>	80-89	4 (хорошо)	зачтено
<b>C</b>	75-79	4 (хорошо)	зачтено
<b>D</b>	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>E</b>	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
<b>FX</b>	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
<b>F</b>	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные и практические занятия по учебной дисциплине «Основы процессов микро и нанотехнологий» проводятся в Компьютерном классе №304. Оборудован комплектом учебной мебели на 28 посадочных мест, комплектом рабочего места преподавателя, меловой доской, 10 компьютеров с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, 1 сетевой коммутатор, 1 wi-fi роутер, 1 мультимедийный проектор, 1 экран переносной.

Самостоятельная работа студентов проходит в читальном зале № 4 периодической литературы, укомплектован учебной мебелью на 31 посадочное место, оснащен компьютером в комплекте (1 шт.), расположен по адресу г. Донецк, ул. Университетская, 24, каб. 19.

Индивидуальные и групповые консультации студентам для проведения самостоятельной работы предоставляются в кабинете кафедры теоретической физики и нанотехнологий, укомплектованном комплектом мебели на 12 посадочных мест, оснащенном компьютером в комплекте (1 шт.), принтером, сканером, расположенном по адресу г. Донецк, пр. Театральный 13, ауд. 256.

## 13. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<b>Основная литература</b>			
1.	Милославский А.Г. Конспект лекций по курсу «Основы процессов микро- и нанотехнологий». – Донецк: ДонНУ, 2018. – 246 с.	2	
2.	Терехов С. В. Физика нанообъектов: [учебное пособие] / С. В. Терехов, В. Н. Варюхин; ГОУ ВПО «ДонНУ» - Донецк: ДонНУ, 2013. – 418 с.	1	+
3.	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.	1	

	– 209 с.		
<b>Дополнительная литература</b>			
4.	Нанотехнологии и специальные материалы: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 140140 - Техн. физика / Ю. П. Солнцев, Е. И. Пряхин, С. А. Воложанина, А. П. Петкова ; под ред. Ю. П. Солнцева. - Санкт-Петербург: Химиздат, 2009. – 334, [1] с.	1	
5.	Нанотехнологии: азбука для всех / Н. С. Абрамчук, С. М. Авдошенко, А. Н. Баранов и др.; под ред. Ю. Д. Третьякова. - 2-е изд. – Москва: Физматлит, 2009. – 365 с.	2	
6.	Головин Ю. И. Введение в нанотехнику. – М.: Машиностроение, 2007. – 493 с.	2	

#### 14. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<http://www.on-line-teaching.com/word>

<http://master-samouchitel.ru/word-2010-obuchenie/>

<http://uroki-online.net/office/>

[http://balbesof.net/info/photoshop\\_map.html](http://balbesof.net/info/photoshop_map.html)

<http://rcs.chemometrics.ru/Tutorials/matlab.htm> MatLab. Руководство для начинающих

<http://detc.ls.urfu.ru/assets/amath0011/mp1.htm> электронный курс по maple

<http://physics.herzen.spb.ru/library/03/02/mapletut/page1.html> электронный курс по maple

#### 15. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДОННУ № 46484614);
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДОННУ лицензия № 46472919);
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы DreamSpark для высших учебных заведений);
4. Лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения: FreeLab, Scilab, Free Pascal, Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 20\_\_ год.

Протокол № \_\_ от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 20\_\_ год.

Протокол № \_\_ от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_