

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра Теоретической физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической
и учебной работе

_____ Е.А. Скафа
«01» июля 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИКА НАНЕСЕНИЯ
НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПЛЕНОК

Направление подготовки:	28.04.03 Наноматериалы
Магистерская программа:	Наноматериалы и нанотехнологии
Образовательная программа:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	<u>очная</u> , очно-заочная, <u>заочная</u>

Донецк 2020



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана физико-технического
факультета

С.А. Фоменко

«24» июня 2020 г.

МП

Программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура направления подготовки 28.04.03 Наноматериалы, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 сентября 2017 г. № 966; на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики (ГОС ВПО ДНР) направления подготовки 28.04.03 Наноматериалы (квалификация: «магистр»), утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от 28 мая 2020 г. № 85-нп; 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 Наноматериалы и нанотехнологии направления подготовки 28.04.03 Наноматериалы, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Профессор, канд. физ-мат наук,
профессор кафедры теоретической
физики и нанотехнологий

Иваницын Н.П.

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Протокол № 19 от «11» июня 2020 г.

Зав. кафедры теоретической физики и нанотехнологий

Варюхин В.Н.

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

Протокол № 6 от «23» июня 2020 г.

Председатель учебно-методической
комиссии факультета

Котенко В.Н.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ:

Дисциплина «Научные основы и практика нанесения наноструктурированных пленок» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки 28.04.03 Наноматериалы (магистерская программа: наноматериалы и нанотехнологии).

Дисциплина реализуется на физико-техническом факультете кафедрой теоретической физики и нанотехнологий.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения предметов «Основы кристаллографии», «Физика гетероэпитаксиальных наноструктур», «Дефекты в кристаллах» на предыдущем уровне образования.

Состоит из модуля: «Научные основы и практика нанесения наноструктурированных пленок».

Полученные знания используются студентами во время выполнения научно-исследовательской работы при написании магистерской диссертации.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	28.04.03 Наноматериалы	
Магистерская программа	Наноматериалы и нанотехнологии	
Образовательная программа	академическая магистратура	
Квалификация	магистр	
Количество содержательных модулей	1	
Дисциплина обязательной / вариативной части образовательной программы	Дисциплина обязательной части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	Экзамен, модульный контроль	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	4	4
Год подготовки	1	1
Семестр	2	
Количество часов	144	144
- лекционных	16	2
- практических, семинарских		
- лабораторных	32	4
- самостоятельной работы	96	138
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	3	6
в т.ч. аудиторных	3	6

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи.

Цель – ознакомить студентов с основными аспектами современных представлений о механизме формирования диспергированных наноразмерных и сплошных тонких пленок, о взаимосвязи параметров и свойств пленок с условиями их формирования. Рассматриваются физические аспекты перспективных технологий нанесения тонкопленочных покрытий и наноструктурированных пленок.

Задачи:

- Изучение классификаций тонких пленок и гетероструктур, их структур и свойств,

особенностей строения и применения наноматериалов.

- Научить применять полученные знания и современные методы исследования наноструктурированных пленок в научно-исследовательской работе, оценивать результаты экспериментов.
- Научить вести библиографическую работу с применением современных технологий, анализировать и критически резюмировать информацию.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины «Научные основы и практика нанесения наноструктурированных пленок» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ по направлению подготовки 28.04.03 Наноматериалы и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 28.04.03 Наноматериалы (магистерская программа: наноматериалы и нанотехнологии):

а) универсальных (УК):

Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий (УК-1);

Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла (УК-2);

Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели (УК-3);

Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки (УК-6).

б) общепрофессиональных (ОПК):

Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в области получения и исследования наноматериалов и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных и математических моделей (ОПК-1) ;

Способен управлять жизненным циклом создания инженерных продуктов в области нанотехнологий и наноматериалов с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений (ОПК-3);

Способен выполнять исследования при решении инженерных и научно-технических задач, включая планирование и постановку сложного эксперимента, критическую оценку и интерпретацию результатов (ОПК-4) ;

Способен использовать инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, прикладное программное обеспечение для моделирования и проектирования объектов, систем и процессов (ОПК-5) ;

Способен разрабатывать и актуализировать научно-техническую документацию в области получения наноматериалов (ОПК-7).

в) профессиональных (ПК):

научно-исследовательская деятельность:

способен формулировать задачи, связанные с реализацией профессиональных функций (ПК-1);

способен самостоятельно проводить научно-исследовательские работы по созданию, исследованию и применению наносистем и наноматериалов (ПК-2);

способен к анализу и обобщению результатов научно-исследовательских работ, поиску и анализу научной и технической информации в области нанотехнологий и смежных дисциплин для научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых исследований, к самостоятельной подготовке публикаций в отечественных и зарубежных изданиях (ПК-3);

способен к академической мобильности, активному партнерскому участию в работе зарубежных научно-исследовательских лабораторий во время научных

стажировок, а также путем презентации стендовых и устных докладов на научных конференциях (ПК-4);

способен представлять исторические этапы развития нанотехнологий, важнейшие открытия отечественных ученых, наиболее актуальные проблемы, связанные с созданием и применением наносистем и наноматериалов в Российской Федерации и в мире (ПК-5);

производственно-технологическая деятельность:

способен к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов (в соответствии с целями магистерской программы) (ПК-6);

способен к составлению методических документов (в том числе лабораторного журнала) при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ (ПК-7);

способен участвовать в оптимизации существующих методик создания и применения наносистем и наноматериалов для успешной конкуренции на рынке идей и технологий (ПК-8);

организационно-управленческая деятельность:

готов к осуществлению организационных мероприятий по реализации запланированных научно-исследовательских работ, способен контролировать соблюдение техники безопасности и регламента выполнения работ (ПК-9);

способен провести экспертизу научно-исследовательских работ в области нанотехнологий (ПК-10);

способен руководить курсовыми и другими квалификационными работами обучающихся (бакалавров) и стажеров (ПК-11);

готов к кооперации с коллегами и работе в коллективе, к организации работы малых коллективов исполнителей (ПК-12);

проектная деятельность:

способен участвовать в разработке бизнес-планов и оценивать экономическую эффективность и возможность коммерциализации наукоемкой продукции – наносистем, наноматериалов и изделий на их основе (ПК-13);

способен участвовать в подготовке и реализации научных проектов республиканского уровня, а также международных грантов (ПК-14).

В результате изучения дисциплины студент должен

Знать:

- Основные технологии создания наносистем и наноматериалов.
- Главные закономерности в зависимостях эксплуатационных параметров наноструктурированных объектов от особенностей технологических процессов их формирования.

Уметь:

- Планировать технологические эксперименты по созданию и получению наноструктурированных пленок.
- Ориентироваться в аппаратно-техническом обеспечении технологических процессов.

Владеть:

- Информацией по аппаратно-техническому обеспечению технологических процессов создания наноструктур и наноматериалов.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<i>Содержательный модуль «НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИКА НАНЕСЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПЛЕНОК»</i>	
<i>Тема 1.</i> Наноструктуры	Основные термины и определения. Введение в физику наноструктурированных материалов. Физико-химические особенности наноструктурированных материалов. Изменение свойств материалов при переходе к нанометровым размерам. Классификация методов создания наноматериалов и наносистем.
<i>Тема 2.</i> Методы синтеза наночастиц и компактирования наноматериалов	Физическое диспергирование. Конденсация из жидкой и газовой фазы. Технологические процессы получения нанодисперсных систем. Формирование структур на основе коллоидных растворов. Золь-гель технология. Порошковые технологии компактирования материалов. Ультразвуковое компактирование. Керамика, ситаллы.
<i>Тема 3.</i> Методы получения углеродных наноматериалов	Углеродные нанотрубки. Методы получения графена. Формирование нанокомпозитов с углеродными нанотрубками в качестве наполнителя. Карбин, графан, графит. Фуллерены, фуллериты, фуллероиды.
<i>Тема 4.</i> Электрохимические методы синтеза наноматериалов	Создание диэлектрических матриц с упорядоченной структурой. Объекты исследования – структуры на основе оксида алюминия, оксида кремния. Получение упорядоченных массивов нанопроволок посредством заполнения пористых диэлектрических матриц различными металлами.
<i>Тема 5.</i> Методы эпитаксиального рога наноструктур	Общие сведения об эпитаксии. Кристалло-геометрический, кристалло-химический, термодинамический подходы в проблеме ориентированной кристаллизации. Твердофазная, жидкофазная, газофазная эпитаксия. Влияние параметров процесса эпитаксии на скорость роста пленок. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Сверхтонкие пленки металлов и диэлектриков. Аппаратура, применяемая для изучения структуры эпитаксиальных пленок. Гетероэпитаксия.
<i>Тема 6.</i> Самоорганизация и самосборка наноструктур	Самоорганизация при эпитаксиальном росте. Гетероструктуры на основе наноструктур. Металлические и полупроводниковые нанопленки. Синтез двумерных и трехмерных упорядоченных массивов нанокристаллов металлов, сплавов, полупроводников. Формирование упорядоченных полимерных структур.
<i>Тема 7.</i> Литографические	Сущность процессов литографии. Фотолитография. Фоторезисты и хим. процессы протекающие в них. Фотошаблоны и их свойства.

методы формирования наноструктур	Рентгеновская и электронная литография. Ионная и электронно-лучевая литография.
Тема 8. Формирование наноструктур зондовыми методами	Физические основы зондовых технологий. Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ). Межэлектродный массоперенос. Локальное анодное окисление. Лазерное наноманипулирование. Методы сканирующей зондовой литографии. Нанобиотехнологии.

Тематический план

Содержательные модули : 1-«Научные основы и практика нанесения наноструктурированных пленок»												
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. Наноструктуры	18	2		4	12		17,75	0,25		0,5	17	
Тема 2. Методы синтеза наночастиц и компактирования наноматериалов	18	2		4	12		17,75	0,25		0,5	17	
Тема 3. Методы получения углеродных наноматериалов	18	2		4	12		17,75	0,25		0,5	17	
Тема 4. Электрохимические методы синтеза наноматериалов	18	2		4	12		17,75	0,25		0,5	17	
Тема 5. Методы эпитаксиального рога наноструктур	18	2		4	12		17,75	0,25		0,5	17	
Тема 6. Самоорганизация и самосборка наноструктур	18	2		4	12		17,75	0,25		0,5	17	
Тема 7. Литографические методы формирования наноструктур	18	2		4	12		17,75	0,25		0,5	17	
Тема 8. Формирование наноструктур зондовыми	18	2		4	12		19,75	0,25		0,5	19	

методами												
Итого по содержательному модулю	144	16		32	96		144	2		4	138	
Всего часов по модулю	144	16		32	96		144	2		4	138	

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

Темы лекционных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Наноструктуры	2
2	Методы синтеза наночастиц и компактирования наноматериалов	2
3	Методы получения углеродных наноматериалов	2
4	Электрохимические методы синтеза наноматериалов	2
5	Методы эпитаксиального рога наноструктур	2
6	Самоорганизация и самосборка наноструктур	2
7	Литографические методы формирования наноструктур	2
8	Формирование наноструктур зондовыми методами	2
	ВСЕГО	16

Темы лабораторных работ

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Методы создания наноматериалов и наносистем	4
2	Технологические процессы получения нанодисперсных систем.	4
3	Формирование нанокомпозитов с углеродными нанотрубками в качестве наполнителя	4
4	Электрохимические методы синтеза наноматериалов	4
5	Эпитаксия. Методы эпитаксиального рога наноструктур	4
6	Самоорганизация и самосборка наноструктур	4
7	Литографические методы	4
8	Зондовые методы	4
	ВСЕГО	32

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

Организация самостоятельной работы студентов

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Методы синтеза наночастиц и их компактирование	12
2	Методы получения углеродных наноматериалов	12
3	Электрохимические методы синтеза наноматериалов	12
4	Методы эпитаксиального роста наноструктурных пленок	12
5	Самоорганизация и самосборка наноструктур	12
6	Литографические методы формирования наноструктур	12
7	Формирование наноструктур зондовыми методами	12
8	Нанобиотехнологии	12
	ВСЕГО	96

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.

Темы для выполнения индивидуальной работы (темы рефератов, семинаров)

1. Гетерогенные системы и их классификация.
2. Физико-химические особенности наноструктурированных материалов.
3. Процессы самоорганизации гетероэпитаксиальных структур.
4. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
5. Методы получения наногофрированных структур.
6. Атомно-слоевая эпитаксия.
7. Рентгеновская литография . Преимущества и недостатки.
8. Физические основы электронно-лучевой и ионно-лучевой литографии.
9. Физические и химические методы синтеза наночастиц.
10. Порошковые методы и технологии получения наноматериалов.
11. Золь-гель технология.
12. Физические основы зондовых технологий.
13. Перспективы развития нанотехнологий.
14. Перспективы развития нанотехнологий.
15. Керамика.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Основные термины и определения.
2. Введение в физику наноструктурированных материалов.
3. Физико-химические особенности наноструктурированных материалов.
4. Изменение свойств материалов при переходе к нанометровым размерам.
5. Классификация методов создания наноматериалов и наносистем.
6. Физическое диспергирование.
7. Конденсация из жидкой и газовой фазы.
8. Технологические процессы получения нанодисперсных систем.
9. Формирование структур на основе коллоидных растворов .
10. Золь-гель технология.
11. Порошковые технологии компактирования материалов.

12. Ультразвуковое компактирование.
13. Керамика, ситаллы.
14. Углеродные нанотрубки.
15. Методы получения графена.
16. Формирование нанокомпозитов с углеродными нанотрубками в качестве наполнителя.
17. Карбин, графан, графит.
18. Фуллерены, фуллериты, фуллероиды.
19. Создание диэлектрических матриц с упорядоченной структурой.
20. Объекты исследования – структуры на основе оксида алюминия, оксида кремния.
21. Получение упорядоченных массивов нанопроволок посредством заполнения пористых диэлектрических матриц различными металлами.
22. Общие сведения об эпитаксии.
23. Кристалло-геометрический, кристалло-химический, термодинамический подходы в проблеме ориентированной кристаллизации.
24. Твердофазная, жидкофазная, газофазная эпитаксия.
25. Влияние параметров процесса эпитаксии на скорость роста пленок.
26. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
27. Сверхтонкие пленки металлов и диэлектриков.
28. Аппаратура, применяемая для изучения структуры эпитаксиальных пленок.
29. Гетероэпитаксия.
30. Самоорганизация при эпитаксиальном росте.
31. Гетероструктуры на основе наноструктур.
32. Металлические и полупроводниковые нанопленки.
33. Синтез двухмерных и трехмерных упорядоченных массивов нанокристаллов металлов, сплавов, полупроводников.
34. Формирование упорядоченных полимерных структур.
35. Сущность процессов литографии. Фотолитография.
36. Фоторезисты и хим.процессы протекающие в них. Фотошаблоны и их свойства.
37. Рентгеновская и электронная литография.
38. Ионная и электронно-лучевая литография.
39. Физические основы зондовых технологий.
40. Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ).
41. Межэлектродный массоперенос.
42. Локальное анодное окисление.
43. Лазерное наноманипулирование.
44. Методы сканирующей зондовой литографии.
45. Нанобиотехнологии.

9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

(образец варианта и критерии оценивания)

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки:

28.04.03 Наноматериалы

Магистерская программа:

наноматериалы и нанотехнологии

Программа подготовки:

магистратура

Семестр

2

Учебная дисциплина

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИКА
НАНЕСЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ
ПЛЕНОК**

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

1. Твердофазная, жидкофазная, газофазная эпитаксия.
2. Сканирующий туннельный микроскоп (СТМ).
3. Локальное анодное окисление.

Утверждено на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий,
протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____

Преподаватель _____

Критерии оценивания модульного контроля

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

10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

(теоретические вопросы к экзамену, образец билета и критерий оценивания)

Теоретические вопросы к экзамену

1. Классификация наноматериалов, наноструктур и их фрагментов по конфигурации и химическому составу.
2. Нанесение наноразмерных объектов на подложки различными методами.
3. Эпитаксия.
4. Поверхностная диффузия.
5. Гетероэпитаксия.
6. Сверхтонкие пленки.
7. Формирование наноразмерных объектов в жидкостях и растворах.
8. Электрофорез.
9. Молекулярная «пришивка».
10. Методы компактирования наноматериалов.
11. Диспергирование.
12. Золь-гель технология.
13. Порошковая технология компактирования материалов.
14. Методы получения углеродных наноматериалов (карбин, графен, графан, графит, фуллерены, фуллериты, фуллероиды, угольные нанотрубки).
15. Электрохимические методы синтеза наноматериалов.
16. Матрицы с упорядоченной структурой.
17. Самоорганизация и самосборка наноструктур.
18. Гетероструктуры и нанопленки.
19. Упорядоченные полимерные структуры.
20. Литография и ее разновидности.

21. Суть методов формирования наноструктур.
22. Рентгеновская, электронная, ионная и электронно-лучевая литография.
23. Зондовые методы формирования наноструктур.
24. Нанобиотехнологии.

ГООУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки: **23.04.03 Наноматериалы**
 Магистерская программа: **наноматериалы и нанотехнологии**
 Программа подготовки: **магистратура**
 Семестр: **2**
 Учебная дисциплина: **НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИКА
НАНЕСЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ
ПЛЕНОК**

БИЛЕТ №1

1. Диспергирование.
2. Сверхтонкие пленки.
3. Суть методов формирования наноструктур.

Утверждено на заседании кафедрой теоретической физики и нанотехнологий,
протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____

Экзаменатор _____

Критерии оценивания экзамена

Номер задания	Количество баллов
Задание 1	15
Задание 2	15
Задание 3	20
Всего	50 баллов

12. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу «Научные основы и практика нанесения наноструктурированных пленок» 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	Индивидуальная творческая работа	
Мах 10 баллов	мах 5 баллов	мах 30 баллов	мах 5 баллов	100 баллов

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)
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА.

Лекционные и лабораторные занятия по учебной дисциплине «Научные основы и практика нанесения наноструктурированных пленок» проводятся в учебной лаборатории «Электронной микроскопии», №313, оборудованной комплектом учебной мебели на 6 посадочных мест, комплект рабочего места преподавателя, 1 ноутбук с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, 1 Электронный микроскоп вакуумный-100ЛМ, 1 Микроскоп металлографический-7, 1 Вакуумметр ионизационно-термопарный-2АП, 1Вакуумный универсальный пост-4.

Самостоятельная работа студентов проходит в читальном зале справочно-библиографической информационной работы (ауд. № 102: г. Донецк, пр. Гурова, 6), помещение оснащено комплектом учебной мебели на 23 посадочных места, компьютер в комплекте (1 шт); в зале электронной информации (Донецк, пр. Гурова, 6, № 104-а.). Помещение оснащено комплектом учебной мебели на 40 посадочных мест, компьютер в комплекте (6 шт);

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.

14. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
Основная литература			
1.	Терехов С. В. Физика нанообъектов: [учебное пособие] / С. В. Терехов, В. Н. Варюхин; ГОУ ВПО «ДонНУ» - Донецк: ДонНУ, 2013. – 418 с.	4	
2.	Пул, Ч. П. Нанотехнологии : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению подгот. "Нанотехнологии" / Ч. Пул, Ф. Оуэнс ; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина. - 3-е изд. - М. : Техносфера, 2007. - 375 с.	8	
3.	Иваницын, Н. П. Размерные эффекты в	1	+

	нанокристаллических материалах [Электронный ресурс] : для студентов, аспирантов, специализирующихся по направлению подготовки 030402 «физика» и специалистов в области физики конденсированных сред, теоретической физики и нанотехнологий. / Н. П. Иваницын, С. В. Терехов, В. М. Юрченко ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Физико-технический факультет, Кафедра теоретической физики и нанотехнологий. - Донецк : ДонНУ, 2019. - Электронные текстовые данные (1 файл).		
4.	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. – Изд. 2-е. – Москва: Физматлит, 2009. – 414 с.	6	
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.	2	
Дополнительная литература			
6.	Милославский, А. Г. Конспект лекций по курсу "Основы процессов микро- и нанотехнологий" / А. Г. Милославский ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". - Донецк : ДонНУ, 2018. - 246 с	2	
7.	Головин, Ю. И. Введение в нанотехнику / Ю. И. Головин. - М. : Машиностроение, 2007. - 493 с.	2	
8.	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.	3	
9.	Суздалев, И. П. Нанотехнология : физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздалев. - 2-е изд. - Москва : URSS : Либроком, 2009. - 589 с.	1	

15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

(с указанием названия и полного электронного адреса)

1. Научная электронная библиотека www.elibrary.ru.
2. Сайт компании РОСНАНО <http://www.rusnano.com/>
3. Образовательные ресурсы «Единое окно» <http://window.edu.ru/window/library>
4. Книго-поиск. <http://www.knigo-poisk.ru>

16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ (при наличии)

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.

Зав. кафедрой _____

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

Протокол № ____ от “__-__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____