

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра Теоретической физики и нанотехнологий

УТВЕРЖДАЮ:

проректор по научно-методической
и учебной работе

«01» июля 2020 г. **В.И. Скафа**



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
НАНОМАТЕРИАЛЫ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА: ПРИМЕНЕНИЕ И
ОЦЕНКА РИСКОВ

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, доктор физ-мат наук,
профессор кафедры теоретической
физики и нанотехнологий

Милославский А.Г.

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 «Наноматериалы и окружающая среда: применение и оценка рисков» относится к вариативной 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, «Введение в специальность», «Материаловедение наноструктурированных материалов», «Основы процессов микро и нанотехнологий», на предыдущем уровне образования. Состоит из модуля: «Наноматериалы и окружающая среда: применение и оценка рисков».

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 вариативной части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	Зачет, модульный контроль	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	4	4
Год подготовки	2	2
Семестр	3	
Количество часов	144	144
- лекционных	14	2
- практических, семинарских		
- лабораторных	28	6
- самостоятельной работы	102	136
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	3	8
в т.ч. аудиторных	3	8

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи.

Цель – сформировать знания о физических свойствах, методах получения и применения наноструктур, а также наноматериалов на их основе в следующих методических направлениях:

- Микроструктура и физические свойства функциональных, в том числе, нанокompозитных структурированных материалов.
- Использование наноматериалов, получаемых по современным технологиям, для решения конкретных физико-технических проблем.

- Перспективные направления развития методов материаловедения наноматериалов.
- формирование знаний и умений студентов в области научных исследований по наноматериалам.

Задачи – сформировать у обучающихся:

- Знания о свойствах функциональных, композитных наноструктурированных материалов.
- Умения применять свойства наноматериалов для решения физико-технических проблем.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины «Наноматериалы и окружающая среда: применение и оценка рисков» 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:

- основы нанозологии, нанометрологии, наноэнергетики;
- способы экологизации промышленного производства на базе нанотехнологий.

Уметь:

- идентифицировать и контролировать негативные воздействия на окружающую среду посредством нанотехнологий;
- проводить анализ риска применения нанообъектов для окружающей среды и здоровья человека.

Владеть:

- методы исследования и контроля состояния окружающей среды на базе инновационных технологий;
- навыки создания и исследования наноматериалов, применяемых в экобиозащитных технологиях.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
Содержательный модуль «Наноматериалы и окружающая среда: применение и оценка рисков»	
Тема 1. Особенности основных свойств наноматериалов	Температура плавления, механические свойства, химические свойств, оптические свойства, электрические и магнитные свойства, сорбционные свойства
Тема 2. Физические методы получения наноматериалов	Газофазный синтез: суть, достоинства и недостатки. Плазмохимический синтез: суть, достоинства и недостатки. Упорядочение нестехиометрических соединений. Механосинтез; Криосинтез.
Тема 3. Химические методы синтеза	Золь-гельный метод. Гидротермальный синтез метод совместного осаждения.
Тема 4. Основные методы исследования – сравнительный анализ	Электронная микроскопия. Дифракционные методы.
Тема 5. Основные области применения наноматериалов	Машиностроение(конструкционные, инструментальные и триботехническиематериалы). Защита окружающей среды. Химическая промышленность. Материалы с активными свойствами. Углеродные нанотрубки. Ядерная энергетика. Медицина. Сельское хозяйство. Микро- и нано электромеханические системы.
Тема 6. Вопросы безопасности	Опасности, связанные с развитием НТ. Опасности, связанные с развитием МНТ. Опасности, связанные с возможностью военных применений НТ и МНТ.
Тема 7. Нанообъекты. Основные типы	Общая характеристика, основные формы. На основе углерода (фуллерены, нанотрубки, алмазоиды и др.). На металлической основе. Нанокompозиты и древовидные структуры на полимерной основе.
Тема 8. Перенос НО в организме человека и окружающей среде.	Источники поступления; пути поступления НО в организм человека; миграция НО в организме человека; механизмы проникновения НО внутрь живой клетки.
Тема 9. Биологические эффекты, создаваемые НО	Концепция оценки биотоксичности производимых и разрабатываемых НО. Результаты экспериментов по выявлению биологических эффектов и анализ имеющегося экспериментального материала. Биокинетика НЧ. Проблема определения «дозы» и зависимости «доза-эффект» для НЧ. Подходы к определению «дозы». Физические основы биологического воздействия НО.

Тема 10. Контроль нанотехнологий и наноматериалов	Принципы контроля; нанометрология.
Тема 11. Оценка риска	Общая концепция оценки, анализа и управления риском НО; оценка риска НО для окружающей среды; оценка риска для человека; оценка риска специфических применений НО; оценка риска от полного жизненного цикла (производство, эксплуатация, уничтожение) НО; полный жизненный цикл НО.

Тематический план

Содержательный модуль: « <i>Наноматериалы и окружающая среда: применение и оценка рисков</i> »												
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. Особенности основных свойств наноматериалов	12	1		2	9		12,7	0,2		0,5	12	
Тема 2. Физические методы получения наноматериалов	12	1		2	9		12,7	0,2		0,5	12	
Тема 3. Химические методы синтеза	12	1		2	9		12,7	0,2		0,5	12	
Тема 4. Основные методы исследования – сравнительный анализ	12	1		2	9		12,7	0,2		0,5	12	
Тема 5. Основные области применения наноматериалов	12	1		2	9		12,7	0,2		0,5	12	
Тема 6. Вопросы безопасности	12	1		2	9		12,7	0,2		0,5	12	
Тема 7. Нанообъекты. Основные типы	12	1		2	9		12,7	0,2		0,5	12	
Тема 8. Перенос НО в организме человека и окружающей среде.	15	2		4	9		12,7	0,2		0,5	12	
Тема 9. Биологические эффекты, создаваемые НО	15	2		4	9		12,7	0,2		0,5	12	

Тема 10. Контроль нанотехнологий и наноматериалов	15	2		4	9		12,6	0,1		0,5	12	
Тема 11. Оценка риска	15	1		2	12		17,1	0,1		1	16	
Итого по содержательному модулю	144	14		28	102		144	2		6	136	
Всего часов по модулю	144	14		28	102		144	2		6	136	

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

Темы лекционных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Особенности основных свойств наноматериалов	1
2	Физические методы получения наноматериалов	1
3	Химические методы синтеза	1
4	Основные методы исследования – сравнительный анализ	1
5	Основные области применения наноматериалов	1
6	Вопросы безопасности	1
7	Нанообъекты. Основные типы	1
8	Перенос НО в организме человека и окружающей среде.	2
9	Биологические эффекты, создаваемые НО	2
10	Контроль нанотехнологий и наноматериалов	2
11	Оценка риска	1
	ВСЕГО	14

Темы лабораторных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Синтез и свойства ферромагнитной жидкости	5
2	Синтез и свойства нано-катализаторов на углеродном носителе	5
3	Сорбционные свойства углеродных материалов. Самосборка.	5
4	Нанофильтрация	5
5	Фотокаталитическая очистка сточных вод	4
6	Фотокаталитическая очистка воздуха	4
	ВСЕГО	28

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

Организация самостоятельной работы студентов

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Температура плавления, механические свойства, химические свойств, оптические свойства, электрические и магнитные свойства, сорбционные свойства	9
2	Газофазный синтез: суть, достоинства и недостатки. Плазмохимический синтез: суть, достоинства и недостатки. Упорядочение нестехиометрических соединений. Механосинтез; Криосинтез.	9
3	Золь-гельный метод. Гидротермальный синтез метод совместного осаждения.	9
4	Электронная микроскопия. Дифракционные методы.	9
5	Машиностроение (конструкционные, инструментальные и триботехническиематериалы). Защита окружающей среды. Химическая промышленность. Материалы с активными свойствами.	9
6	Опасности, связанные с развитием НТ. Опасности, связанные с возможностью военных применений НТ и МНТ.	9
7	Общая характеристика, основные формы. На основе углерода (фуллерены, нанотрубки, алмазоиды и др.). На металлической основе. Наноккомпозиты и древовидные структуры на полимерной основе.	9
8	Источники поступления; пути поступления НО в организм человека; миграция НО в организме человека; механизмы проникновения НО внутрь живой клетки.	9
9	Концепция оценки биотоксичности производимых и разрабатываемых НО. Результаты экспериментов по выявлению биологических эффектов и анализ имеющегося экспериментального материала. Проблема определения «дозы» и зависимости «доза-эффект» для НЧ. Подходы к определению «дозы».	9
10	Принципы контроля; нанометрология.	9
11	Общая концепция оценки, анализа и управления риском НО; оценка риска НО для окружающей среды; оценка риска для человека; оценка риска специфических применений НО; оценка риска от полного жизненного цикла (производство, эксплуатация, уничтожение) НО;	12
	ВСЕГО	102

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.

Темы для выполнения индивидуальной работы

1. Углеродные нанотрубки.
2. Ядерная энергетика. Медицина. Сельское хозяйство.
3. Микро- и нано электромеханические системы.

4. Нанокompозиты и древовидные структуры на полимерной основе.
5. Физические основы биологического воздействия НО.
6. Опасности, связанные с развитием МНТ.
7. Биокинетика НЧ.
8. Полный жизненный цикл НО.

8. ОБРАЗЕЦ ТЕСТОВОГО ЗАДАНИЯ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Общие закономерности организации жизни изучает:
 - а) инженерная экология;
 - б) общая экология;
 - в) биоэкология.
2. Нанотехнологии позволяют осуществлять манипуляции с веществом в масштабе:
 - а) 10^{-12} ;
 - б) 10^{-9} ;
 - в) 10^{-10} ;
3. Размерный эффект:
 - а) заключается в отсутствии соответствующего равновесного состояния в нанометровом масштабе;
 - б) комплекс явлений, связанных с изменением свойств вещества вследствие собственно изменения размера частиц и одновременного возрастания доли поверхностного вклада в общие свойства систем;
 - в) это плазмонный резонанс в наночастицах.
4. Предсказал появление нанотехнологий:
 - а) Р. Фейнман;
 - б) Дж. Максвелл;
 - в) А. Эйнштейн;
5. К какой группе методов получения наноматериалов относится золь-гель технология:
 - а) физические;
 - б) нисходящие технологии;
 - в) химические.
6. Производство, при котором под действием физико-химических сил происходит «самосборка» компонент называется:
 - а) восходящими технологиями
 - б) нисходящими технологиями.
7. Более усредненную картину распределения размеров частиц дает метод:
 - а).РСА, б). ПЭМ.

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>

9. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ)

Теоретические вопросы к зачету

1. История развития НТ. 10 ключевых наноматериалов.
2. Дайте определения наноэкология, нанонаука, нанотехнология, наноинженерия. Основные этапы развития.
3. Теория Форрестера, прогноз, сценарии развития цивилизации.
4. Концепция устойчивого развития, глобализация.
5. Рост экологического образования и развитие нанотехнологии как возможность выхода из глобального кризиса.
6. Декларация основных принципов контроля НТ: предосторожность, регламентирование, охрана здоровья и безопасность населения, охрана окружающей среды, открытость, участие общественности, учет воздействий, ответственность.
7. Нанометрология.
8. Наночистка.
9. Фотокаталитическая очистка сточных вод.
10. Фотокаталитическая очистка воздуха.
11. НТ и безопасность – основные тенденции.
12. Основные области применения наноматериалов.
13. Опасности, связанные с развитием НТ.
14. Опасности, связанные с развитием молекулярных нанотехнологий.
15. Нанотехнологии для безопасности.
16. Нанотехнологии в экологии.
17. Опасности, связанные с возможностью военных применений НТ.
18. Особенности НО, структура, размерный и квантово-механический эффекты.
19. Основные объекты безопасности: НМ на основе углерода (фуллерены и нанотрубки), на металлической и полимерной основе, нанокompозиты и древесные структуры.
20. Источники и пути поступления НЧ в ОС и организм человека.
21. Миграция НО в организм человека.
22. Механизмы проникновения НО внутрь живой клетки.
23. Биологические эффекты, создаваемые НО (состояние работ, результаты экспериментов).
24. Проблема определения «дозы» и зависимости «доза-эффект» для НЧ.
25. Физические основы биологического воздействия НО.
26. Общая концепция оценки, анализа и управления риском НО.
27. Оценка риска НО для окружающей среды и человека.
28. Оценка риска специфических применений НО.
29. Оценка риска от полного жизненного цикла (производство, эксплуатация, уничтожение) НО.

Зачетная работа включает три задания, за которые студент может получить max 50 баллов.

Критерии оценивания зачета

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

11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу «Наноматериалы и окружающая среда: применение и оценка рисков» предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальной работы и зачета. Зачет 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	мак 5 баллов	мак 30 баллов	мак 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

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА.

Лекционные и практические занятия по учебной дисциплине «Наноматериалы и окружающая среда: применение и оценка рисков» проводятся в учебной лаборатории №016 «Физика полупроводников». Оборудована комплектом учебной мебели на 18 посадочных мест, комплектом рабочего места преподавателя, меловой доской. В компьютерном классе №304, оборудованным комплектом учебной мебели на 28 посадочных мест, комплектом рабочего места преподавателя, доской меловой, компьютеры в комплекте (10 шт), с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет, 1 сетевой коммутатор, 1 wi-fi роутер, 1 мультимедийный проектор, 1 экран переносной. В учебной лаборатории «Электронной микроскопии» №313, оборудованной комплектом учебной мебели на 6 посадочных мест, комплект рабочего места преподавателя, 1 ноутбук, 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 № 3 авторефератов и диссертаций, укомплектован комплект учебной мебели на 50 посадочных мест, оснащен компьютером в комплекте (2 шт.), расположен по адресу г. Донецк, пр. Театральный, 13, каб. 106.

Индивидуальные и групповые консультации студентам для проведения самостоятельной работы предоставляются в кабинете кафедры теоретической физики и нанотехнологий, укомплектованном комплект 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
Основная литература			
1.	Милославский А.Г. Наноматериалы и окружающая среда: применение и оценка рисков (Электронный ресурс) учебно-метод. пособие/А.Г. Милославский.-Д.Э	+	
2.	Терехов С. В. Физика нанообъектов: [учебное пособие] / С. В. Терехов, В. Н. Варюхин; ГОУ ВПО «ДонНУ» - Донецк: ДонНУ, 2013. – 418 с.	4	
3.	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. – Изд. 2-е. – Москва: Физматлит, 2009. – 414 с.	6	
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. Вологжанина, А. П. Петкова ; под ред. Ю. П. Солнцева. - Санкт-Петербург : Химиздат, 2009. - 334, [1] с.		
5.	Милославский, А. Г. Конспект лекций по курсу "Радиационная экология" / А. Г. Милославский ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет". - Донецк : ДонНУ, 2017. - 390 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.	Зайцев, С. Ю. Супрамолекулярные наноразмерные системы на границе раздела фаз : концепции и перспективы для бионанотехнологий / С. Ю. Зайцев. - Москва : URSS : ЛенАНД, 2010. - 202 с.	1	
8.	Иваницын, Н. П. Размерные эффекты в 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.	1	+

	М. Юрченко ; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Физико-технический факультет, Кафедра теоретической физики и нанотехнологий. - Донецк : ДонНУ, 2019. - Электронные текстовые данные (1 файл).		
9.	Нано- и микросистемная техника : от исследований к разработкам / под ред. П. П. Мальцева. - М. : Техносфера, 2005. - 589 с.	2	
10.	Мартинес-Дуарт, Дж. М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Рхеда ; пер. с англ. А. В. Хачояна ; под ред. Е. Б. Якимова. - Изд. 2-е. - Москва : Техносфера, 2009. - 367 с.	1	
11.	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	
12.	Суздалев, И. П. Нанотехнология : физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И. П. Суздалев. - 2-е изд. - Москва : URSS : Либроком, 2009. - 589 с.	1	

14. 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>

15. 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 201____ год.

Протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий с изменениями (без изменений) на 201____ год.

Протокол № ____ от “__” _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____