

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
КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ: СИНТЕЗ СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

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

 Румянцев В.В.

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 «Квантовые точки: синтез свойства, применение» 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 «Материаловедение наноструктурированных материалов», «Дефекты в кристаллах», «Электронная микроскопия» на предыдущем уровне образования.

Состоит из модулей: «Типы наноразмерных объектов и нанокompозитов» и «Квантовые точки: синтез, свойства, применение».

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	2	
Дисциплина обязательной / вариативной части образовательной программы	Дисциплина вариативной части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	Экзамен, 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	28	6
- лабораторных		
- 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 – состоит в предоставлении будущим магистрам необходимого объема знаний, представлений, экспериментальных фактов и теоретических моделей в нанотехнологиях.

Задачи - овладение теоретическими основами материала, подготовку будущего специалиста к самостоятельной научной работе в отрасли нанофизики.

Требования к результатам освоения дисциплины: Процесс изучения дисциплины «Квантовые точки: синтез свойства, применение» 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 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:

- типы нанообъектов и нанокompозитов;
- методы получения и исследования наноразмерных систем;
- квантовые точки: синтез свойства, применение;
- наноразмерные устройства на основе использования квантовых точек;
- нанотехнологии на квантовых точках - нанофотоника;

уметь:

- вести информационный поиск необходимых для научных исследований источников;
- ориентироваться в современных материалах, оборудовании и технических системах, которые используются в современных нанотехнологиях;
- выбирать методы исследования для определенных наноматериалов.

владеть:

- базовой терминологией, применяющей использование квантовых точек в нанотехнологиях;
- методами создания определенных наноразмерных устройств на основе квантовых точек.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<i>Содержательный модуль 1 «Типы наноразмерных объектов и нанокompозитов»</i>	

Тема 1. Введение.	Введение. Наноматериалы и их применение
Тема 2. Нанообъекты	Классификация наноразмерных объектов. Основные понятия и определения.
Тема 3. Определение понятия «квантовая точка»	Определение понятия «квантовая точка». Терминология: наночастицы, нанообъекты и нанокompозиты.
Тема 4. Нанотехнологии	Потенциал практического использования наноматериалов на основе квантовых точек
Содержательный модуль 2 «Квантовые точки: синтез, свойства, применение»	
Тема 5. Способы получения НМ	Получения наноматериалов на основе квантовых точек Самоорганизация наночастиц и самоорганизующиеся процессы
Тема 6. Простр-е масштабы объектов современных нанотехнологий	Пространственные масштабы объектов современных нанотехнологий. Квантовая точка. Квантовая яма. Квантовая проволока
Тема 7. Использование нанообъектов на основе квантовых точек.	Использование нанообъектов на основе квантовых точек. Наномедицина и химическая промышленность Нанофотоника и микроэлектроника .
Тема 8. Методы исследования нанообъектов	Сканирующая зондовая микроскопия. Ионно-полевая и сканирующая микроскопия. Спектроскопия.

Тематический план

Содержательный модуль : 1-« Типы наноразмерных объектов и нанокompозитов »												
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. Введение.	16	1	2		13		18	0,25	0,75		17	
Тема 2. Нанообъекты	17	1	3		13		18	0,25	0,75		17	

Тема 3. Определение понятия «квантовая точка»	18	2	3		13		18	0,25	0,75		17	
Тема 4. Нанотехнологии	18	2	3		13		18	0,25	0,75		17	
Итого по содержательному модулю 1	69	6	11		52		72	1	3		68	

Тематический план

Содержательный модуль : 2-« Квантовые точки: синтез, свойства, применение »												
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 5. Способы получения наноматериалов	19	2	5		12		18	0,25	0,75		17	
Тема 6. Пространственные масштабы объектов современных нанотехнологий	19	2	4		13		18	0,25	0,75		17	
Тема 7. Использование нанобъектов на основе квантовых точек	18	2	4		12		18	0,25	0,75		17	
Тема 8. Методы исследования нанобъектов	19	2	4		13		18	0,25	0,75		17	
Итого по содержательному модулю 2	75	8	17		50		72	1	3		68	
Всего часов по дисциплине	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	Введение.	1
2	Нанобъекты	1
3	Определение понятия «квантовая точка»	2

4	Нанотехнологии	2
5	Способы получения наноматериалов	2
6	Пространственные масштабы объектов современных нанотехнологий	2
7	Использование нанобъектов на основе квантовых точек	2
8	Методы исследования нанобъектов	2
	ВСЕГО	14

Темы практических занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Особенности современного научно-технического развития.	2
2	Техника и технологии. Виды технологий	2
3	Новые технологии и функциональные наноматериалы	3
4	Нанонаука и нанотехнологии	3
5	Наномашины и наноприборы	3
6	Наноструктурированные материалы. Квантовая точка. Квантовая яма. Квантовая проволока	3
7	Размерные особенности квантовых точек. Свойства индивидуальных наночастиц	3
8	Нанокластеры. Нанопористые материалы, содержащие квантовые точки	3
9	Синтез, свойства и применение наноматериалов, содержащих квантовые точки.	3
10	Использование нанобъектов и нанокompозитов.	3
	ВСЕГО	28

**6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.**

Организация самостоятельной работы студентов

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Периодизация технологических революций.	10
2	Отношение общества к нанотехнологиям.	10
3	Эмпирические законы Гордона Мура	10
4	Наноструктурированные материалы. Размерные особенности	10
5	Нанопористые материалы, содержащие квантовые точки	10
6	Использование нанобъектов	10
7	Основные типы химической связи и соответствующие свойства материалов	10
8	Дефектные структуры и физические свойства наноструктур, содержащих квантовые точки	10
9	Инструментальные средства для определения свойств и параметров наноструктур с квантовыми точками	10

10	Синтез, свойства и применение наноматериалов, содержащих квантовые точки	12
	ВСЕГО	102

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ.

Темы для выполнения индивидуальной работы

1. Использование нанокompозитных материалов на основе квантовых точек.
2. Компьютеры, нанoeлектроника и нанoфотоника.
3. Инструментальные средства для определения свойств и параметров наноструктур
4. Исследование перспективы развития записи информации с использованием нанокompозитных материалов..
5. Перспективы развития нанотехнологий и получение новых функциональных наноструктур.
6. Самоорганизация наночастиц и самоорганизующиеся процессы.
7. Получение нанокompозитных материалов с квантовыми точками.
8. Фотонные наноструктурированные материалы.
9. Углеродные нанотрубки с точечными дефектами.
10. Фононые нанокристаллы.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Новые технологии и функциональные наноматериалы
2. Область фундаментальной и прикладной науки и техники - нанотехнологии.
3. Определения понятия «квантовая точка». Терминология.
4. Наноструктурированные материалы, содержащие квантовые точки.
5. Наночастицы, нанообъекты и нанокompозиты.
6. Размерные особенности квантовых точек
7. Наноматериалы и способы их получения.
8. Инструментальные средства для определения свойств и параметров наноструктур с квантовыми точками.
9. Использование нанокompозитных материалов, содержащих квантовые точки.
10. Нанообъекты в медицине и химической промышленности
11. Нанотехнологии в микроэлектронике и фотонике

9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

(образец варианта и критерии оценивания)

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки:

Магистерская программа:

Программа подготовки:

Семестр

Учебная дисциплина

28.04.03 Наноматериалы

наноматериалы и нанотехнологии

магистратура

3

Квантовые точки: синтез, свойства, применение

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ВАРИАНТ №1

1. Размерные особенности квантовых точек.
2. Область фундаментальной и прикладной науки и техники - нанотехнологии.
3. Нанообъекты в медицине.

Утверждено на заседании кафедрой 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
Всего	30

10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

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

Теоретические вопросы к экзамену

1. Область фундаментальной и прикладной науки и техники – нанотехнологии
2. Эмпирические законы Гордона Мура
3. Пространственные масштабы объектов современных электронных и живых систем
4. Периодизация технологических революций
5. Определение понятия – квантовая точка
6. Наночастицы, нанообъекты и нанокмполиты
7. Наночастицы с ГЦК решеткой
8. Пространственные масштабы объектов современных нанотехнологий.
9. Методы исследования нанообъектов, содержащих квантовые точки
10. Спектроскопия
11. Ионно-полевая и сканирующая микроскопия
12. Наноструктурированные материалы
13. Инструментальные средства для определения свойств и параметров наноструктур
14. Наноматериалы и способы их получения
15. Примеры наноматериалов, содержащих квантовые точки
16. Самоорганизация наночастиц и самоорганизующиеся процессы
17. Структурные особенности наноструктур
18. Квантовая точка и квантовая яма
19. Оптоэлектронные приборы
20. Типы оптоэлектронных приборов
21. Излучательные переходы в полупроводниках с квантовыми точками
22. Новые свойства и характеристики наноструктурированных материалов
23. Нанопористые материалы, содержащие квантовые точки
24. Нанокмполиты с квантовыми точками
25. Получение и использование нанокмполитов

26. Развитие нанонауки и нанотехнологий в XXI веке
27. Нанотехнологии в электронике и фотонике
28. Стратегии реализации нанопроизводства
29. Отношение общества к нанотехнологиям
30. Крупнейшие потребители товаров нанорынка

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки: **28.04.03 Наноматериалы**
 Магистерская программа: **Наноматериалы и нанотехнологии**
 Программа подготовки: **магистратура**
 Семестр: **3**
 Учебная дисциплина: **КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ: СИНТЕЗ СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ**

БИЛЕТ №1

1. Нанопористые материалы, содержащие квантовые точки
2. Пространственные масштабы объектов современных нанотехнологий
3. Нанотехнологии в электронике и фотонике

Утверждено на заседании кафедры 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

11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу «КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ: СИНТЕЗ СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ» 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	
Max 10 баллов	max 5 баллов	max 30 баллов	max 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 «Квантовые точки: синтез свойства, применение» проводятся в учебной лаборатории №015 «Микро и нано структуры». Оборудована комплектом учебной мебели на 12 посадочных мест, комплект рабочего места преподавателя, фломастерная доска, масс-спектрометр (МИ 1201АТ-01), микроскоп электронный растровый РЭМ-106 И, установка для изучения оптических свойств тонких пленок (п/п диэлектриков), 1 компьютер для снятия и обработки данных с лицензионным программным обеспечением, доступом к сети Интернет.

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 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
Основная литература			
1.	Румянцев В.В. Современные нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / В.В.Румянцев – Донецк : ДонНУ, 2019. – Электронные данные (1 файл)		+
2.	Терехов С. В. Физика нанообъектов: [учебное пособие] / С. В. Терехов, В. Н. Варюхин; ГОУ ВПО «ДонНУ» - Донецк: ДонНУ, 2013. – 418 с.	3	+
3.	Пашинская Е. Г. Физика деформированных сред: учебное пособие для студентов специальности	11	+

	03.03.02 "Физика" / Е. Г. Пашинская, В. Н. Варюхин; ГОУ ВПО Донецкий национальный университет, Физико-технический факультет, Кафедра теоретической физики и нанотехнологий. – Донецк: ГОУ ВПО «ДонНУ», 2017. – 173 с.		
4.	Терехов С. В. Вариационные принципы классической механики / С. В. Терехов, В. Н. Варюхин, А. Г. Петренко; ГОУ ВПО "Донецкий национальный университет", Физико-технический факультет, Кафедра теоретической физики и нанотехнологий. – Донецк: ГОУ ВПО "ДонНУ", 2018. – 52 с.		+
Дополнительная литература			
5.	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.	1	
6.	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.	1	
7.	Елисеев А. А. Функциональные наноматериалы: учеб. пособие для студентов старших курсов, обучающихся по специальности 020101 (011000) – Химия / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин. – Москва: Физматлит, 2010.	1	
8.	Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. – Изд. 2-е. – Москва: Физматлит, 2009. – 414 с.	1	
9.	Милославский А.Г. Конспект лекций по курсу «Основы процессов микро- и нанотехнологий». – Донецк: ДонНУ, 2018. – 246 с.	2	
10.	Головин Ю. И. Введение в нанотехнику / Ю. И. Головин. – М.: Машиностроение, 2007. – 493 с.	2	
11.	Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности / Л. Фостер; пер. с англ. А. В. Хачоян. – М.: Техносфера, 2008. – 349 с.	2	
12.	Рамбиди Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Березкин. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 454 с.	1	
13.	Ковшов А. Н. Основы нанотехнологии в технике: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. дипломированных специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных пр-в"; "Автоматизированные технологии и пр-ва" / А. Н. Ковшов, Ю. Ф. Назаров, И. М. Ибрагимов. – Москва: Академия, 2009. – 239 с.	2	

14.ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

(с указанием названия и полного электронного адреса)

<http://donnu.ru/> – сайт ДонНУ.

<http://library.donnu.ru/> – сайт библиотеки ДонНУ.

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 “__” _____ 2020 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 _____