

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Физико-технический факультет**

Кафедра теоретической физики и нанотехнологий



**УТВЕРЖДАЮ:**

Проректор по научно-методической  
и учебной работе

Е.И. Скафа

«2» апреля 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Методы диагностики и анализа микро- и наносистем**

Направление подготовки:	03.04.02 Физика
Магистерская программа:	Физика конденсированного состояния
Образовательная программа:	академическая магистратура
Квалификация:	магистр
Форма обучения:	<u>очная</u> , очно-заочная, заочная

Донецк 2020

**УТВЕРЖДАЮ:**

Декан физико-технического факультета

С.А.Фоменко

«17» апреля 2020 г.



Программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) направления подготовки 03.04.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 августа 2015 г. № 913; 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 Физика конденсированного состояния, направления подготовки 03.04.02 Физика, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:

Профессор кафедры теоретической физики  
и нанотехнологий

В.В.Румянцев

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  
ФИО

В.Н.Котенко

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

«Методы диагностики и анализа микро- и наносистем» является дисциплиной вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» по направлению подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа: физика конденсированного состояния).

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения предметов «Кристаллофизика, теория и методы структурного анализа», «Физика твердого тела», «Структурообразование и явления переноса в кристаллах и тонких пленках», «Электронная микроскопия и рентгенография материалов» на предыдущем уровне образования.

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

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	03.04.02 Физика	
Магистерская программа	Физика конденсированного состояния	
Образовательная программа	академическая магистратура	
Квалификация	Магистр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина вариативной части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	МК, экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	4	
Год подготовки	1	
Семестр	1	
Количество часов	144	
- лекционных	9	
- практических, семинарских	63	
- лабораторных		
- самостоятельной работы	72	
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	4	
в т.ч. аудиторных	4	

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи

**Цель** дисциплины «Методы диагностики и анализа микро- и наносистем» - получить основы знаний по теоретическим и прикладным вопросам современных методов диагностики и анализа наносистем.

**Задачи** дисциплины «Методы диагностики и анализа микро- и наносистем» : формирование знаний и умений студента в областях современных методов, средств и технологий исследования новых материалов.

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

«Методы диагностики и анализа микро- и наносистем» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО РФ направления подготовки 03.04.02 Физика и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 03.04.02 Физика (магистерская программа: Физика конденсированного состояния):

**а) общекультурных (ОК):**

способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения (ОК-2);

готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

**б) общепрофессиональных (ОПК):**

готовностью к коммуникации в устной и письменной формах

на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности (ОПК-1);

готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2);

способностью к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ (ОПК-3);

способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности (ОПК-4);

способностью использовать свободное владение профессионально профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки (ОПК-5);

способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе (ОПК-6);

способностью демонстрировать знания в области философских вопросов естествознания, истории и методологии физики (ОПК-7).

**в) профессиональных (ПК):**

**научно-исследовательская деятельность:**

способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта (ПК-1);

**научно-инновационная деятельность:**

способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2);

способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности (ПК-3);

**организационно-управленческая деятельность:**

способностью планировать и организовывать физические исследования, научные семинары и конференции (ПК-4);

способностью использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей (ПК-5);

**педагогическая деятельность:**

способностью методически грамотно строить планы лекционных и практических занятий по разделам учебных дисциплин и публично излагать теоретические и практические разделы учебных дисциплин в соответствии с утвержденными учебно-методическими пособиями при реализации программ бакалавриата в области физики (ПК-6); способностью руководить научно-исследовательской деятельностью в области физики обучающихся по программам бакалавриата (ПК-7).

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

**знать:**

- основные типы нанокристаллических материалов;
- иметь представление о структуре нанокристаллических материалов и ее особенности;
- основных принципов химической термодинамики;
- механизмов формирования различных типов нанокристаллических материалов;
- перспективы применения нанокристаллических материалов;
- взаимосвязи структуры и физико-химических свойств нанокристаллических материалов.

**уметь:**

- определять структуру и свойства нанокристаллических материалов с помощью экспериментальных методов;
- исследовать влияние методов получения на физические и механические свойства нанокристаллических материалов;
- изменять структуру и свойства нанокристаллических материалов с помощью методов термической и физико-химической обработки.

**владеть:**

- навыками определения структуры и свойств нанокристаллических материалов с помощью экспериментальных методов,
- навыками исследования влияния методов получения на физические и механические свойства нанокристаллических материалов, изменения структуры и свойств нанокристаллических материалов с помощью методов термической и физико-химической обработки.

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

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<b><i>Содержательный модуль 1 «Свойства и параметры наноструктурированных материалов»</i></b>	
<b><i>Тема 1. Введение</i></b>	Наноструктурированные материалы. Размерные особенности нанообъектов.
<b><i>Тема 2. Свойства наночастиц</i></b>	Свойства индивидуальных наночастиц. Нанокластеры. Структурные и электронные магические числа.
<b><i>Тема 3. Физические процессы в НМ</i></b>	Физические процессы в наноструктурированных материалах.
<b><i>Тема 4. Инструментальные средства для определения свойств и</i></b>	Инструментальные средства для определения свойств и параметров наноструктур

<b>параметров</b>	
<b>Содержательный модуль 2. «Методы исследования нанообъектов»</b>	
<b>Тема 1. Методы исследования нанообъектов</b>	Методы исследования нанообъектов.
<b>Тема 2. Сканирующая зондовая микроскопия. Ионно-полевая и сканирующая микроскопия.</b>	Сканирующая зондовая микроскопия. Ионно-полевая и сканирующая микроскопия.
<b>Тема 3. Спектроскопия. Оптоэлектронн ые приборы</b>	Спектроскопия. Оптоэлектронные приборы.
<b>Тема 4. Типы оптоэлектронны х приборов</b>	Типы оптоэлектронных приборов. Излучательные переходы в полупроводниках. Светодиоды видимого диапазона и полупроводниковый лазер.

### Тематический план

Содержательный модуль 1												
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	17	1	8		8							
Тема 2. Свойства наночастиц	17	1	8		8							
Тема 3. Физические процессы в НМ	19	1	8		10							
Тема 4. Инструментальные средства для определения свойств и параметров	19	1	8		10							
Итого по содержательному модулю 1	72	4	32		36							

### Тематический план

Содержательный модуль 2												
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. Методы исследования нанообъектов	17	1	8		8							
Тема 2. Сканирующая зондовая микроскопия. Ионно-полевая и сканирующая микроскопия.	17	1	8		8							
Тема 3. Спектроскопия. Оптоэлектронные приборы	19	1	8		10							
Тема 4. Типы оптоэлектронных приборов	19	2	7		10							
Итого по содержательному модулю 2	72	5	31		36							
Всего часов по дисциплине	144	9	63		72							

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

### Темы лекционных занятий

№ п/п	Название темы	Количество часов
1	Введение	1
2	Свойства наночастиц	1
3	Физические процессы в НМ	1
4	Инструментальные средства для определения свойств и параметров	1
5	Методы исследования нанообъектов	1
6	Сканирующая зондовая микроскопия. Ионно-полевая и сканирующая микроскопия.	1

7	Спектроскопия.Оптоэлектронные приборы	1
8	Типы оптоэлектронных приборов	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>9</b>

### Темы практических занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Физические процессы в наноструктурированных материалах.	7
2	Структурные и электронные магические числа нанокластера.	7
3	Инструментальные средства для определения свойств и параметров наноструктур	7
4	Методы исследования нанообъектов.	7
5	Сканирующая зондовая микроскопия.	7
6	Ионно-полевая и сканирующая микроскопия.	7
7	Спектроскопия.	7
8	Типы оптоэлектронных приборов. Излучательные переходы в полупроводниках.	7
9	Светодиоды видимого диапазона и полупроводниковый лазер.	7
	<b>ВСЕГО</b>	<b>63</b>

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Организация самостоятельной работы студентов

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Наноструктурированные материалы.	9
2	Размерные особенности нанообъектов Свойства индивидуальных наночастиц.	9
3	Основные типы химической связи и соответствующие свойства материалов.	9
4	Инструментальные средства для определения свойств и параметров наноструктур	9
5	Наноккомпозиты как основа функциональной электроники.	9
6	Основы электронной микроскопии и рентгенографии наноструктур	9
7	Дефектные структуры и физические свойства наноструктур	9
8	Нанокластеры. Магические числа.	9
	<b>ВСЕГО</b>	<b>72</b>

## 7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Углеродные нанообъекты.
2. Формирование гетероструктур.
3. Магнетизм и спинтроника.



4. Фотонные кристаллы.
5. Наноккомпозиты.
6. Фазовые переходы в нанокластерах.
7. Моноэлектронные эффекты.
8. Нанокластеры.
9. Магнитные полупроводники.
10. Масштабные уровни

## 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Особенности наноструктурированных материалов.
2. Свойства индивидуальных наночастиц.
3. Нанокластеры.
4. Квантовая точка.
5. Квантовая яма.
6. Квантовая проволока.
7. Наночастицы с ГЦК решеткой
8. Структурные и электронные магические числа нанокластера.
9. Физические процессы в наноструктурированных материалах.
10. Методы исследования нанообъектов.
11. Инструментальные средства для определения свойств и параметров наноструктур

## 9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

(образец варианта и критерии оценивания)

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-технический

<i>Направление подготовки:</i>	<b>03.04.02 Физика</b>
<i>Магистерская программа:</i>	<b>Физика конденсированного состояния</b>
<i>Программа подготовки:</i>	<b>академическая магистратура</b>
<i>Семестр</i>	<b>1</b>
<i>Учебная дисциплина</i>	<b>Методы диагностики и анализа микро- и наносистем</b>

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

#### ВАРИАНТ №1

1. Квантовая точка.
2. Наночастицы с ГЦК решеткой

Утверждено на заседании кафедрой 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	15

Задание 2	15
<b>Всего</b>	<b>30</b>

## 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

### *Теоретические вопросы к экзамену*

1. Область фундаментальной и прикладной науки и техники - нанотехнологии
2. Методы исследования нанообъектов
3. Светодиоды видимого диапазона и полупроводниковый лазер
4. Определения понятия – нанотехнологии
5. Самоорганизация наночастиц и самоорганизующиеся процессы
6. Структурные и электронные магические числа нанокластера
7. Новые технологии и функциональные материалы
8. Наноматериалы и способы их получения
9. Типы оптоэлектронных приборов
10. Наночастицы и нанообъекты
11. Периодизация технологических революций
12. Излучательные переходы в полупроводника
13. Использование нанообъектов
14. Отношение общества к нанотехнологиям
15. Оптоэлектронные приборы
16. Использование нанокompозитов
17. Структурные и электронные магические числа нанокластера
18. Спектроскопия
19. Пространственные масштабы объектов современных электронных и живых систем
20. Нанокompозиты
21. Ионно-полевая и сканирующая микроскопия
22. Наноструктурированные материалы
23. Инструментальные средства для определения свойств и параметров наноструктур
24. Стратегии реализации нанопроизводства
25. Эмпирические законы Гордона Мура
26. Новые свойства и характеристики наноструктурированных материалов
27. Наночастицы с ГЦК решеткой
28. Нанотехнологии в электронике
29. Развитие нанонауки и нанотехнологий в XXI веке
30. Применение наноматериалов
31. Квантовая точка и квантовая яма
32. Крупнейшие потребители товаров нанорынка
33. Основные классы нанообъектов
34. Примеры наноматериалов
35. Нанотехнологии в искусстве

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физико-технический факультет

Направление подготовки:

**03.04.02 Физика**

Магистерская программа:

**физика конденсированного состояния**

Программа подготовки:

**академическая магистратура**

Семестр

**1**

Учебная дисциплина

**Методы диагностики и анализа микро- и наносистем**

**БИЛЕТ №1**

1. Ионно-полевая и сканирующая микроскопия
2. Наноструктурированные материалы
3. Инструментальные средства для определения свойств и параметров наноструктур

Утверждено на заседании кафедрой теоретической физики и нанотехнологий, протокол № \_\_\_\_ от “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зав. 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 «Методы диагностики и анализа микро- и наносистем» 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***

<b>Организационно учебная работа студента</b>	<b>СРС</b>		<b>Всего</b>
	<b>Индивидуальная работа</b>	<b>Модульный контроль</b>	
max 10 баллов	max 10 баллов	max 30 баллов	100

***Шкала соответствия баллов национальной шкале***

<b>Оценка по шкале ECTS</b>	<b>Оценка по 100-балльной шкале</b>	<b>Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>Оценка по государственной шкале (зачет)</b>
<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 «Методы диагностики и анализа микро- и наносистем» 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, оборудованный 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 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.	Румянцев В.В. Методы диагностики и анализа микро- и наносистем [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / В.В.Румянцев – Донецк : ДонНУ, 2019. – Электронные данные (1 файл)		+
2.	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	
3.	Милославский А.Г. Конспект лекций по курсу «Основы процессов микро- и нанотехнологий». – Донецк: ДонНУ, 2018. – 246 с.	2	
4.	Терехов С. В. Физика нанообъектов: [учебное пособие] / С. В. Терехов, В. Н. Варюхин; ГОУ ВПО «ДонНУ» - Донецк: ДонНУ, 2013. – 418 с.	1	+
<b>Дополнительная литература</b>			
5.	Пашинская Е. Г. Физика деформированных сред: учебное пособие для студентов специальности 03.03.02 "Физика" / Е. Г. Пашинская, В. Н. Варюхин; ГОУ ВПО Донецкий национальный университет, Физико-технический факультет, Кафедра теоретической физики и нанотехнологий. – Донецк:	11	+

	ГОУ ВПО «ДонНУ», 2017. – 173 с.		
6.	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.		+
7.	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	
8.	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	
9.	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	
10.	Рамбиди Н. Г. Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Березкин. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 454 с.	1	
11.	Головин Ю. И. Введение в нанотехнику. – М.: Машиностроение, 2007. – 493 с.	2	

#### 14. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<http://donnu.ru/> – сайт ДонНУ.

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

<http://library.donnu-support.ru/catalog/scripts/wek2.exe/mb> - Электронный каталог ДонНУ

#### 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 \_\_\_\_\_