

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра теоретической физики и нанотехнологий



ПРЕДПОДПИСАЮ:

профессор по научно-методической  
учебной работе

*Е.И. Скафа* Е.И. Скафа

апреля 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Физика атома и атомного ядра

Направление подготовки: 28.03.03 Наноматериалы

Профиль подготовки:

Образовательная программа: бакалавриат

Квалификация: академический бакалавр

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физико-технического факультета

С.А.Фоменко



2020 г.

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

Разработчик:  
Доцент кафедры  
теоретической физики и нанотехнологий

 В.И.Фиохи́н

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики и нанотехнологий  
Протокол №15 от «02» апреля 2020 г.  
Заведующий кафедрой

 В.Н.Варюхин

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией физико-технического факультета  
Протокол № 5 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической  
комиссии факультета

 В.Н.Котенко

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

«Физика атома и атомного ядра» является дисциплиной базовой части Профессионального Блока по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения предметов «Механика», «Молекулярная физика», «Математический анализ», «Тензорный анализ», «Дифференциальные уравнения», «Электричество и магнетизм», «Оптика» на предыдущем уровне образования. Полученные знания используются студентами во время выполнения учебной и производственной практики, при написании выпускной квалификационной работы.

## 2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

<i>Характеристика учебной дисциплины</i>		
Направление подготовки	28.03.03 Наноматериалы	
Профиль		
Образовательная программа	бакалавриат	
Квалификация	академический бакалавр	
Количество содержательных модулей	2	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина базовой части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	МК, экзамен	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	4	4
Год подготовки	2	2
Семестр	4	
Количество часов	144	144
- лекционных	48	6
- практических, семинарских	32	6
- лабораторных		
- самостоятельной работы	64	132
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	5	12
в т.ч. аудиторных	5	12

## 3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели и задачи

**Цель** - формирование у студентов представлений о строении и состояниях атомов.

**Задача** - изучить закономерности атомной физики, определяющих свойства атомов и периодичность их изменения; дать студентам достаточно полное и строгое представление о закономерностях присущих явлениям субатомного микромира и основных экспериментальных результатах физики ядра и частиц.

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

«Физика атома и атомного ядра» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО ДНР по направлению подготовки 28.03.03 Наноматериалы и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 28.03.03 Наноматериалы.

**а) общекультурных (ОК):**

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);
- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-10);

**б) общепрофессиональных (ОПК):**

- способность использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей (ОПК-2);
- способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3);
- способность применять основы методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств наноматериалов и наносистем неорганической и органической природы, в твердом, жидком, гелеобразном, аэрозольном состоянии, включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, внутренние и внешние границы раздела фаз, а также физических и химических процессов в них или с их участием (ОПК-4);

**в) профессиональных (ПК):**

**научно-исследовательская и проектная деятельность:**

- способность использовать современные информационно-коммуникационные технологии, глобальные информационные ресурсы в научно-исследовательской деятельности в области материаловедения и технологии наноматериалов и наносистем (ПК-1);
- способность использовать на практике современные представления наук о свойствах веществ и материалов при переходе их в наноразмерное состояние (ноль, одно и двухмерное), о влиянии размера на свойства веществ и материалов, взаимодействии наноматериалов и наносистем с окружающей средой (ПК-2);

**научно-инновационная деятельность:**

- способность применять основные типы наноматериалов и наносистем неорганической (металлических и неметаллических) и органической (полимерных и углеродных) природы (твердых, жидких, гелеобразных, аэрозольных), включая нанопленки и наноструктурированные покрытия, для решения производственных задач, владением навыками выбора этих материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, экологических последствий их применения (ПК-5);
- способность применять навыки использования технических средств для измерения и контроля основных параметров технологических процессов получения и свойств нанообъектов (кластеров, наночастиц, фуллеренов, нанотрубок), наносистем, наноматериалов и изделий из них (ПК-7).

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

**Знать:** основные понятия, модели, законы и теории по курсу.

**Уметь:** применять полученную теоретическую базу для решения конкретных практических задач, грамотно работать с научной литературой с использованием новых информационных технологий.

**Владеть** основными методами научных исследований, навыками проведения физического (лабораторного) эксперимента, статистической обработки экспериментальных данных с помощью современных информационных технологий.

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

Порядковый номер и тема	Краткое содержание темы
<b><i>Содержательный модуль 1 «Атомная физика»</i></b>	
<b>Тема 1.</b> Модели атома	Кризисное состояние физики в конце 19-го начале 20-го столетия. Модели атома (Томпсона, Резерфорда, Бора-Резерфорда), их анализ. Спектр излучения атома водорода (серии Лаймана, Бальмера, Пашена), радиусы орбит электрона, его скорость, энергия. Постоянная Ридберга, главное квантовое число. Опыт Франка и Герца. Недостатки модели Бора-Резерфорда.
<b>Тема 2.</b> Корпускулярно-волновой дуализм	Формула Эйнштейна для средне-квадратичной флуктуации энергии физической системы, ее анализ. Гипотеза де-Бройля, волны де-Бройля, их свойства. Соотношение неопределенностей Гейзенберга, его смысл и значение для физики.
<b>Тема 3.</b> Уравнение Шредингера	Уравнение Шредингера и его анализ. Операторы энергии, импульса, координаты. Волновая функция, ее физический смысл. Решение уравнения Шредингера для атома водорода. Волновая функция электрона атома водорода, ее зависимость от квантовых чисел $n$ , $l$ , $m$ , физический смысл квантовых чисел. Орбитали электрона. Опыт Штерна-Герлаха, анализ результатов опыта, спин электрона. Энергия спин-орбитального взаимодействия, тонкая структура спектра энергий электрона атома водорода, постоянная тонкой структуры. Энергия электрона атома водорода с учетом спина. Движение частиц в разных потенциальных полях. Туннельный эффект. Нулевые колебания.
<b>Тема 4.</b> Многоэлектронные атомы	Сложение угловых моментов в многоэлектронных атомах. Нахождение квантовых чисел $L$ , $S$ и $J$ . Распределение электронов по состояниям, принцип Паули. Электронные оболочки и подоболочки. Электронная конфигурация атома. Таблица Менделеева, связь электронного строения атома и его химических свойств. Основные и возбужденные спектральные термы атомов, правила Хунда. Правила отбора, спектры излучения атомов. Спектры излучения атомов водорода, гелия, щелочных металлов. Методы расчета энергии многоэлектронных атомов.
<b><i>Содержательный модуль 2 «Ядерная физика»</i></b>	
<b>Тема 1.</b> Атомное ядро. Модели ядер.	Открытие атомного ядра. Основные характеристики ядер. Опыт Резерфорда. Размеры ядра. Масс и энергия связи ядра. Квантовые характеристики ядер. Система двух нуклонов. Дейтрон. Спиновая зависимость ядерных сил. Зарядовая независимость ядерных сил. Микроскопические и коллективные модели ядра. Физические обоснования оболочечной модели ядра. Коллективные свойства ядер. Капельная модель ядра. Полуэмпирическая формула для энергии связи. Деформация ядер. Колебательные и вращательные

	состояния ядер
<b>Тема 2.</b> Ядерные реакции. Радиоактивность	. Экспериментальные методы исследования ядерных реакций. Сечения реакций. Каналы реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Кинематика ядерных реакций. Механизмы ядерных реакций. Модель составного ядра. Резонансные ядерные реакции. Формула Брейта-Вигнера. Прямые ядерные реакции. Деление ядер. Цепные реакции деления ядер. Ядерные взрывы. Ядерные реакторы. Реакции синтеза легких ядер. Термоядерная энергия. Трансурановые элементы. Фотонные кристаллы. Изготовление фотонных кристаллов. Закон радиоактивного распада. Виды распада. Связь периода альфа-распада с энергией альфа-частиц. Несохранение четности в бета-распадах. Эффект Мессбаура.
<b>Тема 3.</b> Частицы и их взаимодействия.	Четыре типа фундаментальных взаимодействий. Константы и радиусы взаимодействий. Принципы описания взаимодействий частиц в квантовой механике. Характеристики частиц. Классификация частиц. Калибровочные бозоны, лептоны и адроны. Фундаментальные частицы. Законы сохранения. Античастицы. Возбужденные состояния адронов. Резонансы. Нейтрино и антинейтрино. Взаимодействие нейтрино с веществом.

### Тематический план

Содержательный модуль 1 «Атомная физика»											
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
<b>Тема 1.</b> Модели атома	18	4	4		10		18	2			16
<b>Тема 2.</b> Корпускулярно-волновой дуализм	16	2	4		10		16				16
<b>Тема 3.</b> Уравнение Шредингера	20	6	4		10		20	1	2		17
<b>Тема 4.</b> Многоэлектрон-ные атомы	18	4	4		10		18		1		17
<b>Итого по содержательному модулю 1</b>	72	16	16		40		72	3	3		66

### Тематический план

Содержательный модуль 2 «Ядерная физика»											
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

		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа
<b>Тема 1.</b> Атомное ядро. Модели ядер.	23	10	5		8		26	1	1		24	
<b>Тема 2.</b> Ядерные реакции. Радиоактивность	24	11	5		8		26	1	1		24	
<b>Тема 3.</b> Частицы и их взаимодействия.	25	11	6		8		20				20	
<b>Итого по содержательному модулю 2</b>	72	32	16		24		72	3	3		66	
<b>Всего по модулю</b>	144	48	32		64		144	6	6		132	

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

### Темы лекционных занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Модели атома	4
2	Корпускулярно-волновой дуализм	2
3	Уравнение Шредингера	6
4	Многоэлектрон-ные атомы	4
5	Атомное ядро. Модели ядер.	10
6	Ядерные реакции. Радиоактивность	11
7	Частицы и их взаимодействия.	11
	<b>ВСЕГО</b>	<b>48</b>

### Темы практических занятий

<i>№ п/п</i>	<i>Название темы</i>	<i>Количество часов</i>
1	Модель атома Томсона	2
2	Рассеяние частиц. Формула Резерфорда	2
3	Корпускулярно-волновой дуализм. Фотоэффект. Эффект Комптона	2
4	Волновая функция. Уравнение Шредингера. Простейшие задачи. Квантово-механическое описание водородоподобных систем. Электронные оболочки	2

5	Механический и магнитный момент атома. Атом в магнитном поле.	2
6	Связь атомов в молекуле. Колебательная и вращательная энергии. Квантовые свойства Волны де Бройля и дифракционное рассеяние частиц на ядрах.	2
7	Опыт Резерфорда. Эффективное сечение.	2
8	Сложение моментов импульса. Спины атомных ядер.	2
9	Электрические и магнитные моменты ядер. Форма ядер	2
10	Энергия связи ядер. Формула Вайцзеккера	2
11	Радиоактивный распад ядер.	1
12	Элементарные частицы. Классификация и законы сохранения	1
13	Ядерные реакции. Законы сохранения	1
14	Деление ядер.	1
15	Кварковая модель адронов.	1
16	Цвет. Глюоны.	1
17	Слабые взаимодействия и распады частиц.	2
18	Ядерные реакции в звездах.	2
19	Физика элементарных частиц и Вселенная на ранних этапах эволюции	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>32</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	Обобщённая модель ядра Бора — Моттельсона	10
2	Кластерная модель ядра	10
3	Модель нуклонных ассоциаций	10
4	Оптическая модель ядра	10
5	Сверхтекучая модель ядра	12
6	Статистическая модель ядра	12
	<b>ВСЕГО</b>	<b>64</b>

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

### 8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Фотозффект.
2. Эффект Комптона.
3. Спектры испускания и поглощения.
4. Постулаты Бора.
5. Столкновение электронов с атомами. Опыты Франка и Герца.
6. Боровская теория атома водорода.
7. Изотопический сдвиг.
8. Гипотеза де Бройля.
9. Дифракция электронов. Опыты Девиссона-Джермера и Томсона.



10. Статистическая интерпретация волновой функции.
11. Влияние опыта на состояние микрочастиц. Принцип неопределенности.
12. Операторы квантовой механики.
13. Операторы основных физических величин.
14. Одномерное уравнение Шредингера.
15. Частица в одномерной потенциальной яме.
16. Гармонический осциллятор.
17. Колебательные спектры двухатомных молекул.
18. Туннельный эффект.
19. Эффект Рамзауэра
20. Квантование момента импульса.
21. Жесткий ротатор. Вращение молекул.
22. Квантовая теория атома водорода.
23. Спин и магнитный момент электрона.
24. Спин орбитальное взаимодействие. Тонкая структура атома водорода.
25. Спектры щелочных металлов.
26. Одноэлектронное приближение. Самосогласованное поле.
27. Заполнение электронных оболочек. Периодическая система элементов.
28. Спектроскопические обозначения атомных термов.
29. Рентгеновские спектры.
30. Правила отбора при изучении атомов.
31. Ширина спектральных линий.
32. Спонтанное и вынужденное излучение
33. Поглощение электромагнитных волн в равновесных и неравновесных квантовых системах.
34. Квантовые генераторы.
35. Магнитный момент атома.
36. Эффект Зеемана

## 9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

(образец варианта и критерии оценивания)

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-технический

*Направление подготовки:* **28.03.03 Наноматериалы**

*Профиль:* \_\_\_\_\_

*Программа подготовки:* **бакалавриат**

*Семестр* **4**

*Учебная дисциплина* **Физика атома и атомного ядра**

### МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

#### ВАРИАНТ №1

1. Эффект Рамзауэра.
2. Рентгеновские спектры.
3. Магнитный момент атома.

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

Заведующий кафедрой  
Преподаватель

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### Критерии оценивания модульного контроля

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

## 10. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

### *Теоретические вопросы к экзамену*

1. Модели атома (Томпсона, Резерфорда, Бора-Резерфорда), их анализ.
2. Спектр излучения атома водорода (серии Лаймана, Бальмера, Пашена), радиусы орбит электрона, его скорость, энергия.
3. Постоянная Ридберга, главное квантовое число.
4. Опыт Франка и Герца.
5. Недостатки модели Бора-Резерфорда.
6. Формула Эйнштейна для среднеквадратичной флуктуации энергии физической системы, ее анализ. Гипотеза де-Бройля, волны де-Бройля, их свойства.
7. Соотношение неопределенностей Гейзенберга, его смысл и значение для физики.
8. Уравнение Шредингера и его анализ. Операторы энергии, импульса, координаты. Волновая функция, ее физический смысл.
9. Решение уравнения Шредингера для атома водорода.
10. Движение частиц в разных потенциальных полях. Туннельный эффект. Нулевые колебания.
11. Открытие атомного ядра. Основные характеристики ядер.
12. Опыт Резерфорда.
13. Размеры ядра. Масс и энергия связи ядра. Квантовые характеристики ядер.
14. Деформация ядер. Колебательные и вращательные состояния ядер.
15. Эффект Мессбаура.
16. Четыре типа фундаментальных взаимодействий.
17. Константы и радиусы взаимодействий.
18. Принципы описания взаимодействий частиц.
19. Характеристики частиц. Классификация частиц.

### ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-технический

Направление подготовки: **28.03.03 Наноматериалы**

Профиль:

Программа подготовки: **бакалавриат**

Семестр **4**

Учебная дисциплина **Физика атома и атомного ядра**

**БИЛЕТ №1**

1. Модели атома.
2. Опыт Резерфорда.
3. Эффект Мессбаура.

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
Экзаменатор \_\_\_\_\_

#### *Критерии оценивания экзамена*

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

### 11. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу «Физика атома и атомного ядра» предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнение индивидуальной работы и экзамена. Экзамен сдают студенты с целью повышения рейтинга.

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

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

#### *Шкала соответствия баллов национальной шкале*

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

### 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

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

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

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

### 13. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<i>Основная литература</i>			
1.	Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учеб. пособие для физ. спец. вузов / Д. В. Сивухин. - Изд. 5-е. - Москва : Физматлит, 2010 -. <u><a href="#">Т. 1 : Механика. - 2010. - 560 с.</a></u>	2	
2.	Шпольский, Э. В. Атомная физика [Текст] : [в 2 т.] : [учеб. пособие для вузов]. Т. 1 : Введение в атомную физику / Э. В. Шпольский. - 5 изд. - Москва : Физматгиз, 1963. - 575 с.	27	
3.	Савельев, И. В. Курс физики : [учеб. для втузов] : в 3 т. Т. 3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. - М. : Наука, 1989. - 304 с.	3	
<i>Дополнительная литература</i>			
4.	Практикум по атомной физике : [Учеб. пособие для физ. специальностям вузов / В. Б. Авраменко] ; Под ред. Л. И. Киселевского. - Минск : Университетское, 1989. - 173, [2] с. + Прил. (1 л. табл.).	57	
5.	Яворский, Б. М. Справочник по физике / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф. - 3-е изд. - Москва : Наука, 1990. - 622 с.	13	
6.	Вальтер, А. К. Ядерная физика : [Учеб. для ун-тов по специальности "Ядер. физика"] / А. К. Вальтер, И. И. Залюбовский. - 4-е изд. - Х. : Основа, 1991. - 479 с.	7	

### 14. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

<http://donnu.ru/> – сайт ДонНУ.

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

**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 \_\_\_\_\_