

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра теоретической физики и нанотехнологий



**УТВЕРЖДАЮ:**

Директор по научно-методической  
и учебной работе

*Е.И. Скафа* Е.И. Скафа  
22 апреля 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Физический практикум по физике 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

«17» апреля 2020 г.

МП



Программа учебной дисциплины «Физический практикум по физике 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:

Старший преподаватель кафедры  
теоретической физики и нанотехнологий

В.Д. Пойманов

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

«Физический практикум по физике 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	1	
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	дисциплина базовой части	
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	МК, зачет	
Показатели	очная форма обучения	заочная форма обучения
Количество зачетных единиц (кредитов)	2,5	2,5
Год подготовки	2	2
Семестр	4	
Количество часов	90	90
- лекционных		
- практических, семинарских		
- лабораторных	32	6
- самостоятельной работы	58	84
в т.ч. индивидуальное задание		
Недельное количество часов,	2	
в т.ч. аудиторных	2	6

## 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 «Физический практикум по физике 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 нанобъектов (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 лабораторного занятия	Краткое содержание темы
<i>Содержательный модуль 1</i>	
<i>Тема 1.</i>	Измерение потенциалов первого возбуждённого уровня и ионизации атома ртути (опыт Франка – Герца).
<i>Тема 2.</i>	Изучение спектра атома водорода.
<i>Тема 3.</i>	Изучение спектра атома натрия.
<i>Тема 4.</i>	Изучение счетчиков Гейгера-Мюллера
<i>Тема 5.</i>	Математическая обработка результатов измерений
<i>Тема 6.</i>	Определение активности $\beta$ -излучения источников.
<i>Тема 7.</i>	Определение периода полураспада долгоживущего изотопа
<i>Тема 8.</i>	Определение энергии $\alpha$ -частиц по пробегу в воздухе
<i>Тема 9.</i>	Определение энергии $\gamma$ -излучения методом поглощения
<i>Тема 10.</i>	Определение верхней границы $\beta$ – спектра

#### Тематический план

<b>Содержательный модуль 1</b>										
Названия содержательных модулей и тем	Количество часов									
	Очная форма обучения					Заочная форма обучения				
	В Т.Ч.					В Т.Ч.				
	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа индивидуальная	всего	лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа индивидуальная

Измерение потенциалов первого возбуждённого уровня и ионизации атома ртути (опыт Франка – Герца).	9			3	6		10			2	8	
Изучение спектра атома водорода.	9			3	6		10			2	8	
Изучение спектра атома натрия.	9			3	6		8				8	
Изучение счетчиков Гейгера-Мюллера	9			3	6		10			2	8	
Математическая обработка результатов измерений	9			3	6		8				8	
Определение активности $\beta$ -излучения источников.	9			3	6		9				9	
Определение периода полураспада долгоживущего изотопа	9			3	6		9				9	
Определение энергии $\alpha$ -частиц по пробегу в воздухе	9			3	6		9				9	
Определение энергии $\gamma$ -излучения методом поглощения	9			4	5		9				9	
Определение верхней границы $\beta$ – спектра	9			4	5		8				8	
<b>Всего по модулю</b>	<b>90</b>			<b>32</b>	<b>58</b>		<b>90</b>			<b>6</b>	<b>84</b>	

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Организация самостоятельной работы студентов

<b>№ п/п</b>	<b>Название темы</b>	<b>Количество часов</b>
1	Обобщённая модель ядра Бора — Моттельсона	7
2	Кластерная модель ядра	7
3	Модель нуклонных ассоциаций	7
4	Оптическая модель ядра	7
5	Сверхтекучая модель ядра	7
6	Статистическая модель ядра	8
7	Вынужденные гармонические колебания с трением и без него.	8
8	Биття. Резонанс.	7
	<b>ВСЕГО</b>	<b>58</b>

6. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ (не предусмотрено рабочим планом)

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Фотоэффект.
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.

## 8. 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* **Физический практикум по физике 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><i>Всего</i></b>	<b><i>30</i></b>

## 9. ОБРАЗЕЦ ЭКЗАМЕНАЦИОННОГО БИЛЕТА

### *Теоретические вопросы к зачету*

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.



### *Критерии оценивания зачета*

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

## 10. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу «Физический практикум по физике атома и атомного ядра» 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	
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

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лабораторные занятия по учебной дисциплине «Физический практикум по физике 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, оснащенный компьютером в комплекте (1 шт.), принтером, сканером, расположенном по адресу г. Донецк, пр. Театральный 13, ауд. 256.

## 12. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
<b>Основная литература</b>			
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	
<b>Дополнительная литература</b>			
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	

## 13. 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:

## 14. 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 \_\_\_\_\_