

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет  
Кафедра общей физики и дидактики физики



П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.  
МП

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ОБЩАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА (ОБЩИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ)

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	03.03.02 Физика
Профиль подготовки	Физика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная

Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Общая и экспериментальная физика (Общий физический практикум)» для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль: Физика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 891 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.


Разработчик:  
ст. преподаватель



Т. В. Белик

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий.  
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой



В. В. Данилов

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического  
факультета  
28.03.2024 г.



С. А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета.

Протокол от 27.03.2024 г. № 2.

Председатель



В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной  
образовательной программы,  
кандидат физико-математических наук



А. В. Безус

26.03.2024 г.

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной дисциплины: Математический анализ; Дифференциальные уравнения; Интегральные уравнения и вариационное исчисление; Теория вероятностей и математическая статистика; Общая и экспериментальная физика (Механика, Электричество и магнетизм, Оптика, Физика атома и атомных явлений).

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:  
Теоретическая физика (Квантовая механика), Общая и экспериментальная физика (Физика атомного ядра и частиц).

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.02. Физика (Профиль: Физика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М1.7 Общая и экспериментальная физика (Общий физический практикум (Физика атома и атомных явлений))
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	2,5 / 90

### 2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная	3	5	0	34	0	56	90	зачет

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучить методы физического эксперимента по атомной физике. Научить студентов применять теоретические знания при проведении экспериментальных исследований и обработке результатов.

## 4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-2. Способен проводить научные исследования	ОПК-2.1. Проводит исследования	ОПК-2.1.1. Знает основные законы и теории атомной физики, методологию и методы исследований.

физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	физических объектов	ОПК-2.1.2. Знает технику безопасности при проведении экспериментов. ОПК-2.1.3. Владеет навыками работы с лабораторным оборудованием и приборами. ОПК-2.1.4. Умеет самостоятельно, безопасно и эффективно проводить экспериментальные исследования
	ОПК-2.2. Анализирует и обрабатывает результаты исследований	ОПК-2.2.1. Знает основные принципы сбора и обработки физической информации. ОПК-2.2.2. Умеет обрабатывать, анализировать, систематизировать, проводить расчеты и критически оценивать результаты экспериментальных исследований, представлять их в удобном для восприятия виде

## 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
Раздел 1.	
Вводное занятие.	Правила выполнения лабораторных работ. Техника безопасности при выполнении лабораторных работ. Знакомство с оборудованием лаборатории.
Градуировка монохроматора	Устройство монохроматора. Порядок выполнения измерений с его помощью. Построение градуировочного графика, нахождение поправки к нему. Косвенные погрешности.
Опыт Франка и Герца.	Определение энергии первого возбужденного уровня атома ртути и его энергии ионизации. Экспериментальное подтверждение постулатов Бора.
Изучение спектра излучения атома водорода	Модель атома водорода Бора-Резерфорда. Радиусы орбит электрона, его скорость. Спектр излучения. Определение по экспериментальным данным постоянной Ридберга, энергий уровней, энергии ионизации.
Изучение спектра излучения атома натрия	Строение и свойства водородоподобных атомов на примере атома натрия. Определение по экспериментальным данным энергии уровней и фотонов, квантовых дефектов, заряда ядра.
Изучение спектра поглощения молекулы йода	Спектры излучения и поглощения молекул. Виды движений в молекулах, энергетические диаграммы. Кривые потенциальной энергии молекул. Энергия диссоциации. Определение по экспериментальным данным энергий границ полосатого и сплошного спектров, постоянной ангармоничности.

Оптический квантовый генератор на смеси гелия и неона	Спонтанное и вынужденное излучение, условие усиления излучения. Основные элементы лазеров. He-Ne лазер, принцип работы, конструкция, схема переходов. Измерение основных характеристик, сравнение с паспортными данными.
Измерение величины магнитного момента иона	Магнитные моменты электронов и атомов, спектральные термы. Определение по экспериментальным данным величины магнитного момента иона, вычисление количества нескомпенсированных электронов на его внешней оболочке
Заключительное занятие	Защита работ. Закрепление и обобщение изученного материала.

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 5

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
Раздел 1.		<b>34</b>		<b>56</b>	<b>90</b>
Вводное занятие.		2		6	8
Градуировка монохроматора		4		6	10
Опыт Франка и Герца.		4		6	10
Изучение спектра излучения атома водорода		4		6	10
Изучение спектра излучения атома натрия		4		6	10
Изучение спектра поглощения молекулы йода		4		6	10
Оптический квантовый генератор на смеси гелия и неона		4		6	10
Измерение величины магнитного момента иона		4		6	10
Заключительное занятие		4		8	12
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП		<b>34</b>		<b>56</b>	<b>90</b>

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1. Контрольные вопросы

#### Раздел 1

1. В чём заключается противоречивость модели Бора-Резерфорда атома водорода?
2. По экспериментальному значению энергии ионизации атома водорода  $E_H = 13,6$  эВ найдите значение постоянной Планка  $\hbar$ .
3. Дайте определение радиуса Бора.
4. Найдите границы длин волн серии Бальмера.
5. Покажите, что при очень большом значении  $n$  ( $n \rightarrow \infty$ ) частота излучения  $\omega_{n+1,n}$  будет равна угловой частоте вращения электрона вокруг ядра  $\omega_{вр}$ .

6. Как можно объяснить тот факт, что энергия ионизации многоэлектронных атомов меньше, чем энергия ионизации атома водорода?
7. Какие экспериментальные факты дали основание Резерфорду считать атом «пустым», а вся масса атома сосредоточена в очень малом объеме (ядре)?
8. Какие законы лежат в основе модели Бора-Резерфорда?
9. Выведите формулу для энергии электрона в атоме водорода.
10. Во сколько раз увеличится объем атома водорода, если электрон перейдет из состояния  $n=1$  в состояние с  $n=3$ ?
11. Какую энергию необходимо сообщить атому водорода в основном состоянии, чтобы он излучил фотон, соответствующий третьей линии Бальмера?
12. Может ли какой-либо из двух фотонов с  $\lambda_1 = 70\text{ нм}$  и  $\lambda_2 = 120\text{ нм}$  ионизировать атом водорода?
13. Изложить закономерности атомных спектров.
14. При каких условиях возникают спектры испускания и спектры поглощения?
15. Одинаковое ли число линий наблюдается в спектрах испускания и поглощения одного и того же газа?
16. Какова связь постулатов Бора с квантовой теорией света?
17. Пояснить принципы построения диаграммы уровней энергии атома.
18. Изложить сущность процессов возбуждения и ионизации атома.
19. Уровни энергии и спектр атома водорода.
20. Объяснить физический смысл постоянной Ридберга.
21. Что такое изотопический сдвиг?
22. Какова структура атомов щелочных металлов?
23. Сравнить атом щелочного металла с атомом водорода.
24. Перечислить квантовые числа атома водорода и щелочного металла и раскрыть их физический смысл.
25. Объяснить характер зависимости эффективного заряда от квантовых чисел.
26. Какова физическая причина дублетной структуры уровней энергии.
27. От чего зависит дублетное расщепление?
28. Объяснить правила отбора по орбитальному квантовому числу и квантовому числу полного момента импульса.
29. Какие серии наблюдаются в спектре испускания атома натрия?
30. Объяснить ход потенциальной кривой молекулы.
31. Дать физическое обоснование выделения различных видов внутримолекулярного движения.
32. Каков порядок величины электронной, колебательной и вращательной энергии молекулы?
33. Дать описание колебаний в молекуле с помощью моделей гармонического и ангармонического осцилляторов.
34. Что такое первые разности энергии и каковы закономерности их изменения?
35. Дать определение энергии диссоциации молекулы. Какова ее связь с колебательными параметрами молекулы?
36. Объясните происхождение спектра поглощения молекулы йода.
37. Какова закономерность расположения полос в спектре поглощения молекулы йода?
38. Каким образом можно найти точное положение границ полосатого спектра?
39. Как из спектра поглощения определить энергию диссоциации, частоту колебаний и постоянную ангармоничности молекулы?
40. Дать определение и охарактеризовать спонтанное и вынужденное излучение.
41. Что определяют эйнштейновские коэффициенты поглощения, индуцированного и спонтанного излучения и какова связь между ними?
42. Что называют инверсной заселенностью и каково условие усиления излучения?

43. Каковы причины уширения спектральных линий? Чем определяется естественная ширина спектральной линии?
44. Назовите основные элементы, входящие в состав любого лазера. Как конструктивно они реализованы в He-Ne-лазере?
45. Какие вещества могут быть использованы в качестве активной среды лазеров? Что собой представляет активная среда He-Ne-лазера?
46. Назначение системы накачки. Какая система накачки используется в He-Ne-лазере и почему?
47. Нарисуйте возможные схемы расположения энергетических уровней атомов, которые могут использоваться для генерации излучения в лазерах (с указанием переходов). Какая из них предпочтительнее и почему?
48. Назначение резонатора. Какие резонаторы используются в газовых лазерах? Какое излучение будет усиливаться в таком резонаторе?
49. Что является источником электромагнитного поля, возникающего в лазере, в процессе генерации излучения лазера?
50. Благодаря каким процессам создается инверсная населенность в активной среде He-Ne-лазера?
51. Нарисуйте схему энергетических уровней He и Ne и укажите переходы между энергетическими уровнями, происходящие в процессе работы лазера.
52. Каковы оптимальные условия работы He-Ne-лазера?
53. Напишите основной спектральный терм атома кислорода, атома с электронной конфигурацией  $3d^7$ .
54. Выведите формулу для орбитального магнитного момента электрона, устанавливающую связь его магнитного момента и механического момента количества движения.
55. У какого атома (в основном состоянии), собственный и орбитальный угловые моменты не равны нулю, а полный угловой момент равен нулю?
56. Что такое магнетон Бора?
57. Дайте определение магнитного момента частицы.
58. Сформулируйте принцип Паули.
59. Определите максимальное количество электронов на  $f$ -подоболочке.
60. От чего зависит величина магнитного момента атома?

## 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, самостоятельность и внимательность при выполнении работ, своевременная сдача лабораторных работ. Лабораторные работы включают в себя аудиторную и самостоятельную работу. Самостоятельная работа состоит из оформления отчета согласно инструкции к лабораторной работе, подготовки к выполнению и сдаче лабораторных работ. В аудитории студенты получают допуск к выполнению работы, проводят эксперименты, обрабатывают результаты, сдают лабораторные работы. Оценка выставляется за каждую лабораторную работу при ее сдаче с учетом всех вышеперечисленных этапов.

## 8.1. Семестр 5

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	16
	Лабораторные работы	84
ИТОГО		100
Общий итог за семестр		100

## Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в 4-м корпусе ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi. Для проведения лабораторных занятий требуется учебная лаборатория, укомплектованная необходимым оборудованием.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

При использовании дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

## 10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

## 10.1. Основная литература

1. Практикум по атомной физике: [Учеб. пособие для физ. специальностям вузов / В. Б. Авраменко]: Под ред. Л. И. Киселевского. - Минск: Университетское, 1989. – 173 с.

## 10.2. Дополнительная литература

3. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: [Учеб. пособие для физ. специальностей вузов: В 5 т.]. Т. 5: Атомная и ядерная физика, / Д. В. Сивухин. - М.: Физматлит, 2020. - 784 с.

4. Шпольский, Э. В. Атомная физика: Учеб. пособие для студентов вузов: В 2 т. Т. 1: Введение в атомную физику / Э. В. Шпольский. - 8. изд. – С.-П.: Издательство Лань, 2021. - 560 с.



5. Шпольский, Э. В. Атомная физика: Учеб. пособие для студентов вузов: В 2 т. Т. 2: Основы квантовой механики и строение электронной оболочки / Э. В. Шпольский. - 6. изд. - С.-П.: Издательство Лань, 2022. - 448 с.

## 11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.

2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

3. Научная электронная библиотека **«КиберЛенинка»:** сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

4. Электронно-библиотечная система **«Лань»:** [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.

6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.

7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.09.2023). – Режим доступа: свободный.

## 12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).