

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

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ОБЩАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА (ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА И ЧАСТИЦ)

Укрупненная группа направлений подготовки	44.00.00 Образование и педагогические науки
Программа высшего образования	Программа бакалавриата
Направление подготовки	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Профили подготовки	Физика и Информатика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очная, заочная

Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «Общая и экспериментальная физика (Физика атомного ядра и частиц)» для обучающихся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (Профили: Физика и Информатика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.02.2018 № 125 (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:  
доцент  
к.пед.н., доцент



И. Н. Пустынникова

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры общей физики и дидактики физики.  
Протокол от 26.03.2024 г. № 12

Заведующий кафедрой



А. В. Безус

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  
26.03.2024 г.



А. В. Безус

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

базовая подготовка по физике в объёме программы средней школы;  
дисциплины программы бакалавриата:

*Естественнонаучная картина мира,*

*Общая и экспериментальная физика (Механика),*

*Общая и экспериментальная физика (Молекулярная физика. Термодинамика),*

*Общая и экспериментальная физика (Электричество и магнетизм),*

*Общая и экспериментальная физика (Оптика),*

*Общая и экспериментальная физика (Физика атома и атомных явлений),*

*Математический анализ,*

*Векторный и тензорный анализ,*

*Дифференциальные уравнения. Интегральные уравнения и вариационное исчисление,*

*Аналитическая геометрия и линейная алгебра. Теория групп,*

*Методы математической физики,*

*Теория функций комплексного переменного,*

*Теория вероятности и математическая статистика,*

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

*Астрофизика, астрономия и методика преподавания астрономии*

*История физики и техники в школьном курсе физики / История развития физики и астрономии.*

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	44.03.05 Педагогическое образование (профиль: Физика и информатика)
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.Б.М7.6. Общая и экспериментальная физика (Физика атомного ядра и частиц)
Часть образовательной программы	Базовая часть
Количество зачетных единиц / всего часов	3 / 108

### 2.2. Распределение часов по периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы	всего	
Очная	3	6	42	—	28	38	108	экзамен
Заочная	3	6	8	—	6	94	108	экзамен

### 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

*ознакомление студентов с основами современных представлений о структуре ядра и элементарных частиц; формирование знаний и умений студента, необходимых и достаточных для понимания явлений и процессов, происходящих в природе, технике, быту; формирование у студентов современного естественнонаучного мировоззрения, освоение ими современного стиля физического мышления.*

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

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ОПК-8. Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	ОПК-8.11. Применяет методы анализа педагогической ситуации, профессиональной рефлексии на основе специальных научных знаний.	Демонстрирует специальные научные знания в т. ч. в предметной области
		Умеет проводить урочную и внеурочную деятельность в соответствии с предметной областью согласно освоенному профилю (профилям) подготовки
	ОПК-8.12. Осуществляет отбор предметного содержания, методов, приемов и технологий обучения, организационных форм учебных занятий, средств диагностики в соответствии с планируемыми результатами обучения.	Умеет осуществлять трансформацию специальных научных знаний в соответствии с психофизиологическими, возрастными, познавательными особенностями обучающихся, в т. ч. с особыми образовательными потребностями
		Умеет планировать и осуществлять учебный процесс в соответствии с основной общеобразовательной программой

### 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
1. Общие свойства атомных ядер. Основные характеристики ядер	Основные этапы развития физики ядра и элементарных частиц. Масштабы явлений микромира
2. Модели атомных ядер. Энергия связи ядра	Опыт Резерфорда по рассеянию $\alpha$ -частиц. Ядро как система взаимодействующих протонов и нейтронов. Заряд ядра. Массовое число и масса ядра. Изотопы. Изобары. Энергия связи ядра. Стабильные и радиоактивные ядра

3. Формула Вейцеккера	Полуэмпирическая формула для энергии связи ядра. Магические числа.
4. Виды взаимодействия. Переносчики ядерного взаимодействия. Свойства ядерных сил.	Интенсивность видов взаимодействия. Тензорный характер ядерных сил. Рассеивание нейтронов на протонах. Спиновая зависимость ядерных сил. Особенности рассеивания тождественных частиц. Зарядовая независимость ядерных сил. Изотопический спин. Обобщенный принцип Паули. Обменный характер ядерных сил. Свойство насыщения ядерных сил.
5. Структура нуклона.	Структура нейтрона и протона. Магнитные моменты.
6. Дейтрон.	Свойства дейтрона. Дейтрон-связанное состояние в $n-p$ -системе. Основные характеристики дейтрона. Магнитный и квадрупольный моменты дейтрона. Волновая функция дейтрона.
7. Оболочечная модель ядра.	Потенциал усредненного ядерного поля. Физическое обоснование оболочечной структуры ядра. Сильное спин-орбитальное взаимодействие. Одночастичное состояние в усредненном ядерном потенциале. Объяснение спинов и четностей состояний ядер в модели оболочек. Понятие про многочастичную модель оболочек.
8. Масс-спектрометры. Ускорители.	Масс-спектрометры Астона и Демпстера. Физические принципы работы ускорителей
9. Радиоактивность. Законы радиоактивного распада.	Естественная и искусственная радиоактивность. Статистический характер распада. Закон радиоактивного распада. Уравнение векового равновесия
10. $\alpha$ -распад.	$\alpha$ -частица. Спектры $\alpha$ -частиц. Зависимость периода $\alpha$ -распада от энергии $\alpha$ -частиц. Элементы теории $\alpha$ -распада. Туннельный эффект. Определение размеров ядер по данным $\alpha$ -распада.
11. $\beta$ -распад. Нейтрино.	$\beta$ -частицы. Виды $\beta$ -распада. Энергетический спектр электронов. Экспериментальное доказательство существования нейтрино. Элементы теории $\beta$ -распада. Понятие о слабых взаимодействиях. Разрешенные и запрещенные $\beta$ -переходы. Несохранение четности при $\beta$ -распаде. Проблема массы нейтрино.
12. $\gamma$ -распад и внутренняя конверсия электронов.	$\gamma$ -излучение ядер. Правила отбора по моменту и четности для $\gamma$ -переходов. Ядерная изомерия. Внутренняя конверсия.
13. Эффект Мессбауэра.	Эффект Мессбауэра и его применение в физике и технике
14. Пробег заряженных частиц в веществе	Пробег тяжелых и легких заряженных частиц

15. Взаимодействие вещества с $\gamma$ -излучением	Фотоэффект, рассеивание, рождение электронно-позитронных пар.
16. Биологическое действие излучения	Биологическое действие излучения и характеризующие его величины
17. Методы регистрации излучений	Метод фотоэмульсий, принципы работы сцинтилляционных и газоразрядных счетчиков, камеры Вильсона, пузырьковой и ионизационной камеры
18. Ядерные реакции	Механизмы ядерных реакций. Модель составного ядра. Прямые ядерные реакции. Основные экспериментальные данные про распад. Элементарная теория распада. Параметр делимости. Спонтанный распад.
19. Ядерный реактор и ядерная энергетика	Распад изотопов урана под действием нейтронов. Цепная реакция. Коэффициент размножения. Ядерные реакторы. Ядерная энергетика.
20. Термоядерные реакции. Термоядерные реакторы	Синтез легких ядер. Проблемы управляемого термоядерного синтеза
21. Эволюция звезд	Ядерные реакции в звездах
22. Несохранение четности. Элементарные частицы	Кварки и глюоны. Их основные характеристики. Дискретные симметрии $C$ , $P$ , $T$ и теорема $CPT$ . Проблема построения единой теории слабых, электромагнитных и сильных взаимодействий

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 3, семестр – 6

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
1. Общие свойства атомных ядер. Основные характеристики ядер	2		2	1	5
2. Модели атомных ядер. Энергия связи ядра	2		2	1	5
3. Формула Вейцзеккера	2		2	1	5
4. Виды взаимодействия. Переносчики ядерного взаимодействия. Свойства ядерных сил.	2		1	1	4
5. Структура нуклона.	1		2	1	4
6. Дейтрон.	1		1	1	3
7. Оболочечная модель ядра.	2			1	3
8. Масс-спектрометры. Ускорители.				4	4
9. Радиоактивность. Законы радиоактивного распада.	4		2	1	7
10. $\alpha$ -распад.	2		2	2	6
11. $\beta$ -распад. Нейтрино.	2		2	2	6
12. $\gamma$ -распад и внутренняя конверсия электронов.	2		1	2	5
13. Эффект Мессбауэра.	2			2	4

<b>14. Пробег заряженных частиц в веществе</b>	2			2	4
<b>15. Взаимодействие вещества с <math>\gamma</math>-излучением</b>	2		1	2	5
<b>16. Биологическое действие излучения</b>			2	2	4
<b>17. Методы регистрации излучений</b>	2			2	4
<b>18. Ядерные реакции</b>	2		2	1	5
<b>19. Ядерный реактор и ядерная энергетика</b>	2		1	1	4
<b>20. Термоядерные реакции. Термоядерные реакторы</b>	2		1	1	4
<b>21. Эволюция звезд</b>	2		2	1	5
<b>22. Несохранение четности. Элементарные частицы</b>	4		2	2	8
Экзамен				4	4
<b>ИТОГО ЗА СЕМЕСТР</b>	<b>42</b>		<b>28</b>	<b>38</b>	<b>108</b>

6.2. Форма обучения – заочная, курс – 3, семестр – 6

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС	Всего
<b>1. Общие свойства атомных ядер. Основные характеристики ядер</b>	0,25		0,25	4,5	5
<b>2. Модели атомных ядер. Энергия связи ядра</b>	0,25		0,25	4,5	5
<b>3. Формула Вейцзеккера</b>	0,5		0,5	4	5
<b>4. Виды взаимодействия. Переносчики ядерного взаимодействия. Свойства ядерных сил.</b>	0,25		0,25	3,5	4
<b>5. Структура нуклона.</b>	0,25		0,25	3,5	4
<b>6. Дейтрон.</b>	0,25		0,25	2,5	3
<b>7. Оболочечная модель ядра.</b>	0,25			2,75	3
<b>8. Масс-спектрометры. Ускорители.</b>				4	4
<b>9. Радиоактивность. Законы радиоактивного распада.</b>	0,5		0,5	6	7
<b>10. <math>\alpha</math>-распад.</b>	0,5		0,5	5	6
<b>11. <math>\beta</math>-распад. Нейтрино.</b>	0,5		0,5	5	6
<b>12. <math>\gamma</math>-распад и внутренняя конверсия электронов.</b>	0,25		0,25	4,5	5
<b>13. Эффект Мессбауэра.</b>	0,75			3,25	4
<b>14. Пробег заряженных частиц в веществе</b>	0,75			3,25	4
<b>15. Взаимодействие вещества с <math>\gamma</math>-излучением</b>	0,75		0,75	3,5	5
<b>16. Биологическое действие излучения</b>				6,8	6,8
<b>17. Методы регистрации излучений</b>	0,25			3,75	4
<b>18. Ядерные реакции</b>	0,25		0,25	4,5	5
<b>19. Ядерный реактор и ядерная энергетика</b>	0,5		0,5	3	4
<b>20. Термоядерные реакции. Термоядерные реакторы</b>	0,25		0,25	3,5	4
<b>21. Эволюция звезд</b>	0,25		0,25	4,5	5
<b>22. Несохранение четности. Элементарные частицы</b>	0,5		0,5	7	8

Экзамен				1,2	1,2
ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	8		6	94	108

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

### 7.1. Контрольные вопросы

1. Существование и открытие ядер. Масштабы ядерных величин.
2. Строение ядра. Размеры атомных ядер. Свойства стабильных ядер. Измерение масс субатомных частиц.
3. Ускорители.
4. Энергия связи ядра. Понятие о ядерных моделях. Дорожка стабильности.
5. Зависимость удельной энергии связи от массового числа. Формула Вейцеккера.
6. Существование и свойства ядерных сил. Обменная теория ядерных сил.
7. Потенциал Юкавы. Носители ядерных взаимодействий. Мезоатом.
8. Дейтрон. Свойства и характеристики.
9. Оболочечная модель ядра. Осцилляторный потенциал и вырождение уровней.
10. Расщепление уровней ядра. Роль спин-орбитального взаимодействия.
11. Энергетические оболочки. Магические числа.
12. Радиоактивность. Типы распадов. Естественная и искусственная радиоактивность.
13. Закон радиоактивного распада. Вековое равновесие.
14. Радиоактивные ряды. Правила смещения. Статистика распадов.
15. Основные закономерности и особенности  $\alpha$ -распада.
16. Механизм и теория  $\alpha$ -распада. Роль законов сохранения.
17. Виды  $\beta$ -распада. Энергетические соотношения при  $\beta$ -распаде.
18. Гипотеза существования нейтрино. Опыты по его обнаружению.
19. Форма  $\beta$ -спектра. Зависимость периода полураспада от энергии для  $\beta$ -распада.
20.  $\gamma$ -излучение. Энергетический анализ  $\gamma$ -распада. Внутренняя конверсия электронов. Ядерная изомерия.
21. Эффект Мессбауэра.
22. Прохождение заряженных частиц через вещество. Пробег заряженных частиц в веществе.
23. Прохождение легких заряженных частиц через вещество. Радиационное торможение электронов.
24. Взаимодействие  $\gamma$ -излучения с веществом. Суммарный коэффициент поглощения  $\gamma$ -излучения.
25. Фотоэффект. Томсоновское и Комптоновское рассеяния  $\gamma$ -квантов. Рождение электронно-позитронных пар.
26. Регистрация заряженных частиц, нейтронов и  $\gamma$ -квантов. Детекторы.
27. Энергетический анализ и механизм деления тяжелых ядер.
28. Деление при облучении нейтронами. Мгновенные и запаздывающие нейтроны.
29. Классификация и характеристики ядерных реакций.
30. Законы сохранения в ядерных реакциях. Составное ядро.
31. Классификация нейтронов и энергетическая эффективность ядерных реакций.
32. Условие осуществимости реакции деления.
33. Формула четырех сомножителей.
34. Роль запаздывающих нейтронов в ядерных реакциях.
35. Ядерные реакторы. Ядерная энергетика.
36. Термоядерная реакция и ее энергетическая эффективность. Критерий Лоусона.



37. Несохранение четности в слабых взаимодействиях. Гипотеза Ли и Янга. Опыт Ву.
38. Энергия звезд. Углеродно-азотный и протон-протонный цикл.
39. Эволюция звезд.
40. Квантовомеханическое давление.
41. Белые карлики. Нейтронные звезды. Черные дыры.
42. Классификация заряженных частиц. Античастицы.
43. Законы сохранения в микромире.
44. Кварки. Кварковая структура адронов. Асимптотическая свобода и конфаймент.
45. Кварки и лептоны. Поколение кварков и лептонов.
46. Кварки и глюоны.
47. Великое объединение.

## 7.2. Темы письменных работ (типы задач)

Контрольные работы по практике пол темам:

1. Существование и открытие ядер. Масштабы ядерных величин.
2. Энергия связи ядра.
3. Зависимость удельной энергии связи от массового числа. Формула Вейцеккера.
4. Радиоактивность. Типы распадов. Закон радиоактивного распада. Вековое равновесие.
5. Радиоактивные ряды. Правила смещения. Статистика распадов.
6. Основные закономерности и особенности  $\alpha$ -распада. Механизм и теория  $\alpha$ -распада. Роль законов сохранения.
7. Виды  $\beta$ -распада. Энергетические соотношения при  $\beta$ -распаде.
8. Взаимодействие  $\gamma$ -излучения с веществом. Суммарный коэффициент поглощения  $\gamma$ -излучения.
9. Фотоэффект. Томсоновское и Комптоновское рассеяния  $\gamma$ -квантов. Рождение электронно-позитронных пар.
10. Энергетический анализ и механизм деления тяжелых ядер.
11. Условие осуществимости реакции деления.
12. Термоядерная реакция и ее энергетическая эффективность. Критерий Лоусона.
13. Законы сохранения в микромире. Кварки.

Контрольная работа по проверке теоретических знаний – по всем темам, с использованием указанных выше контрольных вопросов.

## 7.3. Образец содержания экзаменационного билета (при наличии экзамена по дисциплине)

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Основные закономерности и особенности  $\alpha$ -распада.
2. Кварки и лептоны. Поколение кварков и лептонов.
3. Во сколько раз уменьшится интенсивность рентгеновских лучей с длиной волны 20 пм при прохождении слоя железа толщиной 0,15 мм. Массовый коэффициент поглощения железа для этой длины волны  $1,1 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Плотность железа  $7900 \text{ кг/м}^3$ .

В случае ведения учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, содержание билета может отличаться от приведенного.

## 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, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

### 8.1. Форма обучения – очная, Семестр 6

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	14
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	20
	Контрольная работа по теоретическому материалу	16
ИТОГО		60
Экзамен		40
Общий итог за семестр		100

### 8.2. Форма обучения – заочная, Семестр 6

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа в аудитории	14
	Самостоятельная работа	10
	Контрольные работы по практике	20
	Контрольная работа по теоретическому материалу	16
ИТОГО		60
Экзамен		40
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. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.

## **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

Учебные занятия проводятся в 4-м учебном корпусе (г. Донецк, пр. Театральный, д. 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 самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете кафедры общей физики и дидактики физики (ауд. 220).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

## 11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 11.1. Основная литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Учеб. пособие : Для вузов. В 5 т. Т. V. Атомная и ядерная физика. – 2-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2020. – 784 с.
2. Иродов, И. Е. Квантовая физика : основные законы / И. Е. Иродов. - 3-е изд. - Москва : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 256 с.

### 11.2. Дополнительная литература

3. Ракобольская И.В. Ядерная физика / И.В. Ракобольская. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – 296 с.
4. Широков Ю. М. Ядерная физика: учебное пособие / Ю. М. Широков, Н. П. Юдин. – М.: Наука, 1980. – 727 с.

## 12. 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.

### 13. 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).