

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Наумова Наталия Александровна

Должность: Ректор

Дата подписания: 24.10.2023 14:31:41

Уникальный программный ключ:

6b5279da4e034bffa79172803da5b7b559fc69e0

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Физико-математический факультет

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии

Согласовано

деканом факультета

« 29 » 06 2023 г.

/Кулешова Ю.Д./

Рабочая программа дисциплины

Атомная и ядерная физика (практикум)

Направление подготовки

03.03.02 Физика

Профиль:

Теоретическая и математическая физика

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета

Протокол « 29 » 06 2023 г. № 10

Председатель УМКом /Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой
фундаментальной физики и
нанотехнологии

Протокол от « 25 » 05 2023 г. № 13

Зав. кафедрой /Холина С.А./

Мытищи

2023

Авторы-составители:

Васильчикова Е. Н., кандидат физико-математических наук, доцент,
Барабанова Н. Н., кандидат физико-математических наук, доцент,
Емельянов В. А., кандидат физико-математических наук, доцент,
Емельянова Ю. А., ассистент кафедры общей физики.

Рабочая программа дисциплины «Атомная и ядерная физика (практикум)» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07.08.2020 г. № 891.

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Год начала подготовки (по учебному плану) 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1. Планируемые результаты обучения	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Объем и содержание дисциплины	4
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся	6
5. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	8
6. Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины	14
7. Методические указания по освоению дисциплины	15
8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины	15

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

1.1. Цель и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины «Атомная и ядерная физика (практикум)»: формирование систематизированных знаний в области общей и экспериментальной физики, формирование и совершенствование у студентов навыков экспериментальной деятельности.

Задачи дисциплины: изучение основных законов физики атома, приобретение навыков осуществления учебного и научного эксперимента, оценки результатов эксперимента, подготовки отчетных материалов о проведенной исследовательской работе.

1.2. Планируемые результаты обучения

В результате освоения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции: ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Для освоения дисциплины «Атомная физика (практикум)» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения следующих дисциплин: «Введение в общую физику», «Механика», «Молекулярная физика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление». Компетенции, знания, навыки и умения, полученные в ходе изучения дисциплины, должны всесторонне использоваться и развиваться студентами в процессе последующей профессиональной деятельности

Освоение данной дисциплины является необходимой основой для изучения таких дисциплин, как «Квантовая теория», «Специальный физический практикум», «Физика конденсированного состояния».

Изучение дисциплины «Атомная и ядерная физика (практикум)» является базой для дальнейшего обучения в бакалавриате, при прохождении практики и в профессиональной деятельности.

3. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Объем дисциплины

Показатель объема дисциплины	Форма обучения
	Очная
Объем дисциплины в зачетных единицах	2
Объем дисциплины в часах	72
Контактная работа:	30,2
Лабораторные занятия	30
из них в форме практической подготовки	30
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачет	0,2
Самостоятельная работа	34
Контроль	7,8

Формой промежуточной аттестации является зачет в 6 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Количество часов
	Лабораторные занятия

	Общее кол-во	из них, в форме практической подготовки
Тема 1. Исследование атомарного спектра водорода. Основные закономерности в спектрах излучения и поглощения. Спектр атома водорода (эмпирическая формула Бальмера). Модель атома Резерфорда-Бора. Постулаты Бора. Энергетические уровни водородоподобных ионов.	5	5
Тема 2. Исследование стационарных состояний атома гелия. Недостатки модели атома Резерфорда-Бора. Квантовые числа, их физический смысл. Спектральный символ терма.	5	5
Тема 3. Определение ширины запрещенной зоны полупроводника. Зонная теория проводимости. Структура зон в металлах, полупроводниках, диэлектриках. Методы определения ширины запрещенной зоны полупроводника.	5	5
Тема 4. Определение работы выхода электрона из металла. Способы измерения работы выхода. Фотоэлектронные приборы, их устройство, характеристика, применение.	5	5
Тема 5. Соотношение неопределенностей. Волновые свойства частиц. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де Бройля. Соотношение неопределенностей.	5	5
6. Изучение лазерного излучения. Спонтанное и вынужденное (индуцированное) излучение. Принципы работы лазера. Рубиновый и гелий-неоновый лазеры.	5	5
Итого	30	30

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Тема	Задание на практическую подготовку	количество часов
Тема 1. Исследование атомарного спектра водорода.	Постулаты Бора. Энергетические уровни водородоподобных ионов. Расчет полной энергии электрона на боровской орбите. Построить схему энергетических уровней атома водорода и указать на ней спектральные серии: Лаймана, Бальмера и т.д.	5
Тема 2. Исследование стационарных состояний атома гелия.	Квантовые числа, их физический смысл. Спектральный символ терма. Упругие и неупругие соударения электронов и атомов. Определить по схеме энергетические уровни, между которыми осуществляется переход при неупругих соударениях.	5
Тема 3. Определение ширины запрещенной зоны полупроводника.	Зонная теория проводимости. Структура зон в металлах, полупроводниках, диэлектриках. Функция Ферми, ее физический смысл. Электропроводность металлов и	5

	полупроводников (зависимость от температуры).	
Тема 4. Определение работы выхода электрона из металла.	Основные законы внешнего фотоэффекта (уравнение Эйнштейна, красная граница). Особенности вольтамперной характеристики. Работа выхода: причины ее существования. Фотоэлектронные приборы, их устройство, характеристика, применение.	5
Тема 5. Соотношение неопределенностей.	Сопряженные величины: определение и примеры. Соотношение неопределенностей и его физический смысл. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де Бройля.	5
6. Изучение лазерного излучения.	Взаимодействие излучения с веществом: поглощение, спонтанное и вынужденное излучение. Среда с инверсной заселенностью уровней – способы создания. Свойства лазерного излучения. Механизм возбуждения излучения в гелий-неоновом лазере по схеме энергетических уровней. Устройство гелий-неонового лазера.	5
		30

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

	Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоят. работы	Методические обеспечения	Формы отчетности
1.	Опыты Резерфорда по рассеянию α -частиц.	1.Особенности экспериментальной установки. 2.Формула Резерфорда.	7	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка к выполнению лабораторных работ	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Домашнее задание
2.	Опыты Франка и Герца.	1.Описание состояния электрона в атоме. 2.Магнитный момент атома.	5	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка к выполнению	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Домашнее задание

				лабораторны х работ		
3.	Зонная теория твёрдых тел.	1.Энергия Ферми. 2.Электропровод ность металлов и полупроводнико в. 3.Сверхпроводи мость.	5	Работа с литературой, сетью Интернет, консультаци и, практически е задания, подготовка к выполнению лабораторны х работ, подготовка докладов и презентаций	Учебно- методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Доклад, презентац ия
4.	Квантовая теория фотоэффекта.	1.Законы фотоэффекта, их объяснение. 2.Работа выхода. 3.Красная граница фотоэффекта. 4.Определение постоянной Планка.	5	Работа с литературой, сетью Интернет, консультаци и, практически е задания, подготовка к выполнению лабораторны х работ	Учебно- методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Домашнее задание
5.	Эксперименталь ное подтверждение волновых свойств частиц	1.Опыты Девиссона – Джермера. 2.Опыты Томсона – Тартаковского.	5	Работа с литературой, сетью Интернет, консультаци и, практически е задания, подготовка к выполнению лабораторны х работ	Учебно- методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Домашнее задание
6.	Основы нелинейной оптики.	1.Оптические гармоники. 2. Самофокусировк а света. 3.Многофотонн ые процессы.	7	Работа с литературой, сетью Интернет, консультаци и, практически е задания, подготовка к выполнению лабораторны х работ	Учебно- методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Доклад, презентац ия

				подготовка, докладов и презентаций		
Итого			34			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции	Этапы формирования
ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции	Уровень сформированности	Этапы формирования	Описание показателей	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ОПК-2	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	знать методы планирования и осуществления учебного эксперимента, оценки результатов эксперимента, подготовки отчетных материалов в рамках изучаемой дисциплины при работе в группах; уметь грамотно планировать и осуществлять учебный эксперимент, проводить оценку его результатов, подготавливать отчетные материалы в рамках изучаемой дисциплины при работе в группах	лабораторные работы, домашнее задание, решение задач, доклад	Шкала оценивания лабораторных работ Шкала оценивания домашнего задания Шкала оценивания решения задач Шкала оценивания доклада
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	знать методы планирования и осуществления учебного эксперимента, оценки результатов эксперимента, подготовки отчетных материалов в рамках	лабораторные работы, домашнее задание, решение задач, доклад,	Шкала оценивания лабораторных работ Шкала оценивания

			изучаемой дисциплины при работе в группах; уметь грамотно планировать и осуществлять учебный эксперимент, проводить оценку его результатов, подготавливать отчетные материалы в рамках изучаемой дисциплины при работе в группах; владеть организационно-управленческими навыками при работе в научных группах и других малых коллективах исполнителей	практическая подготовка	ания домашнего задания Шкала оценивания решения задач Шкала оценивания доклада Шкала оценивания практической подготовки
--	--	--	--	-------------------------	--

Шкала и критерии оценивания написания доклада

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий (отлично)</i>	Если студент отобразил в докладе 71-90% выбранной темы.	8-10
<i>Оптимальный (хорошо)</i>	Если студент отобразил в докладе 51-70% выбранной темы	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент отобразил в докладе 31-50% выбранной темы	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент отобразил в докладе 0-30% выбранной темы	0-1

Шкала и критерии оценивания решения задач

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий (отлично)</i>	Если студент решил 71-90% от всех задач	8-10
<i>Оптимальный (хорошо)</i>	Если студент решил 51-70% от всех задач	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент решил 31-50% от всех задач	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент решил 0-30% от всех задач	0-1

Шкала и критерии оценивания презентации

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий (отлично)</i>	Если студент отобразил в презентации 71-90% выбранной темы.	8-10
<i>Оптимальный (хорошо)</i>	Если студент отобразил в презентации 51-70% выбранной темы	5-7
<i>Удовлетворительный</i>	Если студент отобразил в презентации 31-50% выбранной темы	2-4
<i>Неудовлетворительный</i>	Если студент отобразил в презентации 0-30%	0-1

	выбранной темы	
--	----------------	--

Шкала оценивания практической подготовки

Критерии оценивания	Баллы
высокая активность на практической подготовке, выполнил всю лабораторную работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально смонтировал необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполнил анализ погрешностей	8-10
средняя активность на практической подготовке, были выполнены требования к оценке «отлично», но обучающийся допустил неточности	5-7
низкая активность на практической подготовке, в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.	2-4
результаты работы не позволяют сделать правильных выводов или работа совсем не выполнена	0-1

5.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерные вопросы для тестовых заданий

В серии Лаймана спектра водорода согласно модели Бора частота кванта является наименьшей для перехода:

- 1) $n=2 \rightarrow n=1$
- 2) $n=3 \rightarrow n=2$
- 3) $n=5 \rightarrow n=1$

2. Если известно, что кинетическая энергия электрона равна 100 эВ, то его дебройлевская длина волны составляет:

- 1) $1,23 \cdot 10^{-10}$ м
- 2) $6,62 \cdot 10^{-20}$ м
- 3) $1,23 \cdot 10^{-6}$ м

3. Длина волны K_{α} в характеристическом спектре молибдена ($Z = 42$, постоянная Ридберга $R = 1,09 \cdot 10^7$ 1/м) составляет:

- 1) $7,28 \cdot 10^{-11}$ м
- 2) $5,5 \cdot 10^{-10}$ м
- 3) $7,28 \cdot 10^{-15}$ м

Примерные варианты лабораторных работ:

Тема занятия	Ауд. занятия	Самостоятельная работа Вопросы к защите
Работа № 1. Исследование атомарного спектра водорода.	Выполнение лабораторной работы	1.Каким образом возбуждаются линейчатые спектры водорода? 2.Устройство спектроскопа и монохроматора; начертить ход лучей в этих приборах. 3.Как объяснить появление слабых полос в спектре излучения водородной трубки? 4.Почему призма в спектроскопе устанавливается под наименьшим

		углом отклонения? Когда целесообразна такая установка? 5. Почему изображения спектральных линий искривлены?
Работа № 2. Исследование стационарных состояний атома гелия.	Выполнение лабораторной работы	1. Какими квантовыми числами определяются состояния электронов в многоэлектронных атомах? 2. В чем различие между орто- и парагелием? 3. Какие физические процессы происходят в баллоне при проведении опытов Франка-Герца? 4. Для чего в опытах Франка-Герца между анодом и сеткой создается небольшое тормозящее поле?
Работа № 5. Соотношение неопределенностей.	Выполнение лабораторной работы	1. Соотношение неопределенностей и его физический смысл. 2. Экспериментальная проверка соотношения неопределенностей.
Работа № 6. Изучение лазерного излучения.	Выполнение лабораторной работы	1. Что такое вынужденное излучение? 2. Какие особенности имеет вынужденное излучение по сравнению со спонтанным излучением? 3. Каким образом возбуждается непрерывное лазерное излучение в гелий-неоновом лазере? 4. Как устроен лазер?

Примерные задачи к защите лабораторных работ:

1. Вычислить дебройлевскую длину волны электрона и протона, движущихся с кинетической энергией 1 кэВ. При каких значениях кинетической энергии их длина волны будет равна 100 пм?
2. Какую энергию необходимо дополнительно сообщить электрону, чтобы его дебройлевская длина волны уменьшилась от 100 до 50 пм?
3. Вычислить по модели Томсона радиус атома водорода и длину волны излучаемого им света, если известно, что энергия ионизации $E=13,6$ эВ.
4. Альфа-частица с кинетической энергией 0,27 МэВ рассеялась золотой фольгой на угол 60° . Найти соответствующее значение прицельного параметра.
5. Покоящееся ядро атома урана испытывает лобовое соударение с налетающим протоном, скорость которого вдали от ядра равна $2,25 \cdot 10^9$ см/с. На какое минимальное расстояние сблизятся частицы?

Задания для практической подготовки

1. Основные законы внешнего фотоэффекта (уравнение Эйнштейна, красная граница). Особенности вольтамперной характеристики.
2. Работа выхода: причины ее существования.
3. Фотоэлектронные приборы, их устройство, характеристика, применение.

Примерные вопросы к зачету:

1. Волновые свойства частиц. Соотношение неопределенностей.
2. Понятие о спектрах. Спектры излучения и поглощения (сплошные, полосатые линейчатые).

3. Модель атома Бора-Резерфорда. Постулаты Бора. Энергетические уровни водородоподобных ионов.
4. Опыты Резерфорда по рассеянию α – частиц. Формула Резерфорда.
5. Опыты Франка и Герца.
6. Уравнение Шредингера. Физический смысл волновой функции.
7. Атом водорода в квантовой механике.
8. Частица в потенциальной яме. Энергетические уровни.
9. Спин и магнитный момент электрона.
10. Опыты Штерна и Герлаха.
11. Многоэлектронные атомы. Квантовые числа L, S, J .
12. Векторная модель атома. Спин и магнитный момент атома.
13. Квантовые числа n, l, m_l, s, m_s .

Примерные темы докладов

1. Атом водорода в квантовой механике.
2. Испускание и поглощение света атомами. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазер: устройство и применения.
3. Электропроводность металлов и полупроводников. Сверхпроводимость.
4. Физические основы детекторов частиц и радиоактивных излучений.
5. Энергия связи и дефект массы.
6. Закономерности ядерных реакций (цепная реакция, термоядерная реакция). Ядерная энергетика. Реакторы, атомная бомба.
7. Фундаментальные взаимодействия. Взаимодействия элементарных частиц, диаграмма Фейнмана.

5.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Сопоставимость рейтинговых показателей студента по разным дисциплинам и балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов обеспечивается принятием единого механизма оценки знаний студентов, выраженного в баллах, согласно которому 100 баллов – это полное усвоение знаний по учебной дисциплине, соответствующее требованиям учебной программы.

Максимальный результат, который может быть достигнут студентом по каждому из Блоков рейтинговой оценки – 100 баллов.

В зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку выставляются оценки по пятибалльной шкале и рейтинговые оценки в баллах.

При получении студентом на зачёте неудовлетворительной оценки в ведомость выставляется рейтинговая оценка в баллах (меньше 40 баллов), соответствующая фактическим знаниям (ответу) студента.

Критерии оценки знаний студентов в рамках каждой учебной дисциплины или групп дисциплин вырабатываются преподавателями согласованно на кафедрах университета исходя из требований образовательных стандартов.

Шкала оценивания зачёта

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
<i>Высокий (отлично)</i>	Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Верное решение задачи. Свободное владение основными терминами и понятиями курса;	15-20

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
	последовательное и логичное изложение материала курса; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на вопросы при сдаче экзамена.	
<i>Оптимальный (хорошо)</i>	Полные и точные ответы на два вопроса экзаменационного билета. Знание основных терминов и понятий курса; последовательное изложение материала курса; умение формулировать некоторые обобщения по теме вопросов; достаточно полные ответы на вопросы при сдаче экзамена.	8-14
<i>Удовлетворительный</i>	Полный и точный ответ на один вопрос экзаменационного билета. Удовлетворительное знание основных терминов и понятий курса; удовлетворительное знание и владение методами и средствами решения задач; недостаточно последовательное изложение материала курса; умение формулировать отдельные выводы и обобщения по теме вопросов.	4-7
<i>Неудовлетворительный</i>	Ответ, не соответствующий вышеуказанным критериям выставления оценок.	0-3

Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине.

Оценка	Балл
Зачтено	41-100
Не зачтено	0-40

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Богацкая, А. В. Основы атомной физики и теории взаимодействия света и вещества : учебное пособие / А. В. Богацкая, А. М. Попов. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 687 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/123644.html>
2. Зисман, Г.А. Курс общей физики : учеб.пособие для вузов в 3-х т. т.3. оптика; физика атомов и молекул; физика атомного ядра и микрочастиц / Г. А. Зисман, О. М. Тодес. - 7-е изд. - СПб. : Лань, 2019. - 504с. – Текст: непосредственный
3. Кузнецов, С. И. Физика: оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы : учебное пособие для вузов. — Москва : Юрайт, 2022. — 301 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/490370>

6.2. Дополнительная литература

1. Архипов, В. П. Основы оптики, атомной и ядерной физики : учебное наглядное пособие. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019. — 116 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/109574.html>
2. Бекман, И. Н. Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения : учебник для вузов. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 493 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/513455>
3. Васильчикова, Е.Н. Атомная физика : лаб.практикум для физ.-мат.фак. / Е. Н. Васильчикова, Н. И. Кошкин. - М. : МГОУ, 2008. - 35с. – Текст: непосредственный
4. Дружинин, В. П. Атомная и ядерная физика : конспект лекций. — Новосибирск :

Новосибирский государственный университет, 2022. — 92 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/128125.html>

5. Милантьев, В. П. Атомная физика : учебник и практикум для вузов. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 415 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/510308>

6. Сазонов, А. Б. Ядерная физика : учебное пособие для вузов. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 320 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/515189>

7. Сазонов, А. Б. Ядерная физика и дозиметрия. Сборник задач : учебное пособие для вузов / А. Б. Сазонов, М. А. Богородская. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 98 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/515190>

8. Строковский, Е. А. Физика атомного ядра и элементарных частиц: основы кинематики : учебное пособие для вузов. — 3-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 355 с. — Текст : электронный. — URL: <https://urait.ru/bcode/514597>

9. Трофимова, Т. И. Основы физики. Атом, атомное ядро и элементарные частицы : учебник. — Москва : КноРус, 2022. — 217 с. — URL: <https://book.ru/book/942821> — Текст : электронный.

6.3. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. http://mgou.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=614

2. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям.
2. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы по дисциплинам.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Лицензионное программное обеспечение:

Microsoft Windows

Microsoft Office

Kaspersky Endpoint Security

Информационные справочные системы:

Система ГАРАНТ

Система «КонсультантПлюс»

Профессиональные базы данных

fgosvo.ru – Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования

pravo.gov.ru - Официальный интернет-портал правовой информации

www.edu.ru – Федеральный портал Российское образование

Свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей)

7-zip

Google Chrome

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: учебной мебелью, доской, демонстрационным оборудованием, персональными компьютерами, проектором;

- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде.