

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Наумова Наталия Александровна
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.10.2024 14:21:41
Уникальный программный ключ:
6b5279da4e034bffa679172803da5b7b559fc69e2

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 20 23 г.

/Кулешова Ю.Д./

Рабочая программа дисциплины

Физика атомного ядра и элементарных частиц

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 «Физика атомного ядра и элементарных частиц» 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	9
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 «Физика атомного ядра и элементарных частиц»: формирование систематизированных знаний в области общей и экспериментальной физики, формирование и совершенствование у студентов навыков экспериментальной деятельности.

Задачи дисциплины: изучение основных законов физики атомного ядра и элементарных частиц, 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-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Физика атомного ядра и элементарных частиц» Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной для изучения.

Для освоения дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц» 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 дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц» является необходимой основой для изучения таких дисциплин, как «Квантовая теория», «Специальный физический практикум», «Физика конденсированного состояния».

Изучение дисциплины «Физика атомного ядра и элементарных частиц» 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	3
Объем дисциплины в часах	108
Контактная работа:	60,2
Лекции	30
Практические занятия	30
из них в форме практической подготовки	30
Контактные часы на промежуточную аттестацию:	0,2
Зачет с оценкой	0,2
Самостоятельная работа	40
Контроль	7,8

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой в 6 семестре.

3.2. Содержание дисциплины

Наименование разделов (тем) дисциплины с кратким содержанием	Количество часов		
	Лекции	Практические занятия	
		Общее кол-во	из них, в форме практической подготовки
Тема 1. <u>Радиоактивность</u> . Методы исследования радиоактивного излучения. Ионизационная камера. Счетчик Гейгера Мюллера. Сцинтилляционные счетчики. Черенковские счетчики. Камера Вильсона. Метод фотоэмульсий.	3	3	3
Тема 2 <u>Основные законы радиоактивного распада</u> . α -распад, β -распад, К-захват, γ -распад.	3	3	3
Тема 3. <u>Открытие нейтронов и позитронов</u> . Получение и регистрация нейтронов и позитронов.	3	3	3
Тема 4. <u>Физика нейтрино</u> . Экспериментальное подтверждение. Основные реакции с участием нейтрино. Свойства нейтрино.	3	3	3
Тема 5. <u>Строение атомного ядра, нуклоны</u> . Дефект массы. Энергия связи ядра. Капельная и оболочечная модель ядра.	3	3	3
Тема 6. <u>Природа ядерных сил</u> . Механические и магнитные моменты нуклонов и нуклидов.	3	3	3
Тема 7. <u>Ядерные реакции</u> . Общие закономерности ядерных реакций. Реакции деления тяжелых ядер. Реакции синтеза тяжелых ядер. Ядерная энергетика.	3	3	3
Тема 8. <u>Фундаментальные взаимодействия</u> . Взаимодействие элементарных частиц. Диаграмма Фейнмана.	3	3	3
Тема 9. <u>Элементарные частицы</u> . Классификация. Кварки и глюоны. Свойства кварков. Основные понятия КХД.	3	3	3
Тема 10. <u>Космические лучи</u> . Открытие космических лучей. Взаимодействие космического излучения с веществом. Радиационные пояса.	3	3	3
Итого	30	30	30

ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Тема	Задание на практическую подготовку	количество часов
Тема 1. Радиоактивность.	Методы регистрации радиоактивного излучения. Ионизационная камера. Счетчик Гейгера Мюллера. Сцинтилляционные счетчики. Черенковские счетчики. Камера Вильсона. Метод фотоэмульсий. Решение задач по теме.	3
Тема 2 Основные законы	Основные свойства ионизирующего	3

радиоактивного распада.	излучения. Законы радиоактивных распадов. Решение задач по теме.	
Тема 3. Открытие нейтронов и позитронов.	Получение и регистрация нейтронов. Свойства нейтронов. Классификация нейтронов по энергиям. Позитрон. Решение задач по теме.	3
Тема 4. Физика нейтрино.	Основные реакции с участием нейтрино. Свойства нейтрино. Опыты по обнаружению нейтрино. Решение задач по теме.	3
Тема 5. Строение атомного ядра, нуклоны.	Дефект массы. Энергия связи ядра. Зависимость энергии связи от массового числа. Формула Вайцзеккера. Решение задач по теме.	3
Тема 6. Природа ядерных сил.	Механические и магнитные моменты нуклонов и нуклидов. Сильное взаимодействие. Решение задач по теме.	3
Тема 7. Ядерные реакции.	Общие закономерности ядерных реакций. Реакции деления тяжелых ядер. Реакции синтеза тяжелых ядер. Эффективное сечение ядерной реакции. Решение задач по теме.	3
Тема 8. Фундаментальные взаимодействия.	Взаимодействие элементарных частиц. Диаграмма Фейнмана. Решение задач по теме.	3
Тема 9. Элементарные частицы.	Классификация элементарных частиц. Кварки и глюоны. Свойства кварков. Основные понятия КХД. Решение задач по теме.	3
Тема 10. Космические лучи.	Взаимодействие космического излучения с веществом. Радиационные пояса. Решение задач по теме.	3
Итого		30

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

	Темы для самостоятельного изучения	Изучаемые вопросы	Кол-во часов	Формы самостоятельной работы	Методические обеспечения	Формы отчетности
1.	Методы исследования радиоактивного излучения.	1.Принципы работы детекторов радиоактивного излучения. 2.Масс-спектрографы. Изотопы.	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1,	Доклад

				задания, подготовк а докладов и презентаций	6.2, 6.3)	
2.	Законы радиоактивного распада.	1.Туннельный эффект. 2.α-распад, β-распад, К-захват, γ-распад.	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания.	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Домашнее задание
3.	3.Нейтроны и позитроны.	1.Свойства нейтронов и позитронов. 2.Способы получения и регистрации.	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания.	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Домашнее задание
4.	Строение атомного ядра	1.Ядерные силы. 2 Дефект массы. 3.Энергия связи ядра.	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания.	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Домашнее задание
5.	Модели ядра.	1.Капельная и оболочечная модели ядра. 2.Магические числа ядерной структуры.	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания.	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Домашнее задание
6.	Природа ядерных сил.	1. Механические и магнитные моменты нуклонов и нуклидов.	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания.	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Домашнее задание
7.	Общие	1. Реакции деления	4	Работа с	Учебно-	Доклад

	закономерность и ядерных реакций.	тяжелых ядер. 2. Реакции синтеза тяжелых ядер. 3. Ядерная энергетика.		литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций	методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	
8.	Фундаментальные взаимодействия.	1. Взаимодействия элементарных частиц. 2. Диаграмма Фейнмана.	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Доклад
9.	Элементарные частицы	1. Классификация. 2. Кварки и глюоны. 3. Физика нейтрино.	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания.	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Домашнее задание
10.	Космические лучи.	1. Открытие космических лучей. 2. Взаимодействие космического излучения с веществом. 3. Радиационные пояса.	4	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания.	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Домашнее задание
	Итого		40			

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-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	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-1	Пороговый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	знать основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости; уметь грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	доклад, решение задач, лабораторные работы, домашнее задание	Шкала оценивания доклада Шкала оценивания лабораторных работ Шкала оценивания домашнего задания
	Продвинутый	1. Работа на учебных занятиях. 2. Самостоятельная работа.	знать основные модели задач в рамках дисциплины с учетом их границ применимости; уметь грамотно использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей владеть методами использования в профессиональной	доклад, решение задач, лабораторные работы, домашнее задание, практическая подготовка	Шкала оценивания доклада Шкала оценивания лабораторных работ Шкала оценивания домашнего задания

			деятельности базовых знаний фундаментальных разделов математики для создания математических моделей типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов с учетом границ применимости моделей		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% выбранной темы	0-1

Шкала оценивания практической подготовки

Критерии оценивания	Баллы
1. практическое задание выполнено в установленный срок с использованием рекомендаций преподавателя; 2. показан высокий уровень знания изученного материала по заданной теме, 3. умение глубоко анализировать проблему и делать обобщающие практико-ориентированные выводы; 4. работа выполнена без ошибок и недочетов или допущено не более одного недочета.	8-10
1. практическое задание выполнено в установленный срок с использованием рекомендаций преподавателя;	5-7

2. показан хороший уровень владения изученным материалом по заданной теме, 3. работа выполнена полностью, но допущено в ней: а) не более одной негрубой ошибки и одного недочета б) или не более двух недочетов.	
1. практическое задание выполнено в установленный срок с частичным использованием рекомендаций преподавателя; 2. продемонстрированы минимальные знания по основным темам изученного материала.	2-4
1. число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «удовлетворительно» или если правильно выполнено менее половины задания; 2. если обучающийся не приступал к выполнению задания или правильно выполнил не более 10 процентов всех заданий.	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

- Период полураспада радиоактивного нуклида, активность которого уменьшается в 1,07 раза за 100 суток, составляет:
 - 1) 2,8 сут
 - 2) 2,8 лет
 - 3) 2,8 час
- В процессе сильного взаимодействия не принимают участия:
 - 1) нейтроны
 - 2) протоны
 - 3) фотоны
- Распад нейтрона объясняется существованием:
 - 1) сильного взаимодействия
 - 2) слабого взаимодействия
 - 3) электромагнитного взаимодействия

Примерный вариант практической работы

Теоретический вопрос:

Особенности ядерных сил.

Задачи:

- В начальный момент активность некоторого радиоизотопа составляла 650 част/мин. Какова будет активность этого препарата по истечении половины его периода полураспада?
- Вычислить энергию, необходимую для разделения ядра Ne^{20} на две α -частицы и ядро C^{12} , если известно, что энергия связи на один нуклон в ядрах Ne^{20} , He^4 ; C^{12} равны соответственно 8,03; 7,07 и 7,68 МэВ.

Задания для практической подготовки

- Дефект массы.
- Энергия связи ядра.
- Зависимость энергии связи от массового числа.
- Формула Вайцеккера.

Примерные темы докладов

- Квантовая хромодинамика. Кварки и глюоны.

2. Радиационные пояса Земли.
3. Принципы работы детекторов радиоактивного излучения.

Примерные вопросы к зачету с оценкой

1. Методы исследования радиоактивного излучения: ионизационная камера, камера Вильсона, счетчик Гейгера Мюллера, сцинтилляционные счетчики.
2. Масс-спектрографы. Изотопы.
3. Основные законы радиоактивного распада (изменение во времени числа распавшихся и нераспавшихся ядер). Активность препарата.
4. α -распад (теория распада, тонкая структура, правило смещения).
5. β -распад ($\beta^\pm$ - распад, К-захват, энергетический спектр, правило смещения).
6. Экспериментальное доказательство существования нейтрино.
7. γ -излучение.
8. Радиоактивные ряды.
9. Нейтроны и позитроны: открытие, получение и регистрация.
10. Ядерные силы.
11. Дефект массы. Энергия связи ядра. Зависимость удельной энергии связи от массового числа.
12. Капельная и оболочечная модели ядра. Строение атомного ядра, нуклоны.
13. Общие закономерности ядерных реакций (примеры). Эффективное сечение, энергетический баланс.
14. Реакции деления тяжелых ядер. Реакции синтеза легких ядер.
15. Фундаментальные взаимодействия.
16. Адроны и лептоны. Закон сохранения лептонных и барионных чисел.
17. Элементарные частицы. Частицы и античастицы.
18. Кварки и глюоны.

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 с оценкой 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 с оценкой.

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий	Полные и точные ответы на два вопроса билета. Верное решение задачи. Свободное владение	21-30

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
	основными терминами и понятиями курса; последовательное и логичное изложение материала курса; законченные выводы и обобщения по теме вопросов; исчерпывающие ответы на вопросы при сдаче зачета с оценкой.	
<i>Оптимальный</i>	Полные и точные ответы на два вопроса 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 зачета с оценкой.	15-20
<i>Удовлетворительный</i>	Полный и точный ответ на один вопрос 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.	8-14
<i>Неудовлетворительный</i>	Ответ, не соответствующий вышеуказанным критериям выставления оценок.	0-7

Итоговая шкала выставления оценки по дисциплине.

Ответ обучающегося на зачёте с оценкой оценивается в баллах с учетом шкалы соответствия рейтинговых оценок пятибалльным оценкам.

Оценка по 5-балльной системе		Оценка по 100-балльной системе
5	отлично	81 – 100
4	хорошо	61 - 80
3	удовлетворительно	41 - 60
2	неудовлетворительно	0 - 40

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Рогачев, Н. М. Курс физики : учебное пособие. — 3-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 460 с. — Текст : электронный . — URL: <https://e.lanbook.com/book/129235>
2. Савельев, И. В. Курс физики. В 3 томах. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. — 8-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 308 с. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/302249>
3. 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>

6.2. Дополнительная литература

1. Еремин, А. В. Лабораторный практикум по общей физике. Физика атомного ядра и элементарных частиц : учебное пособие / А. В. Еремин, О. Н. Малышев, А. И. Свирихин. — Дубна : Дубна, 2018. — 108 с. — Текст : электронный.— URL: <https://e.lanbook.com/book/154501>
2. Клибанова, Ю. Ю. Физика: волновая и квантовая оптика, физика атомного ядра и элементарных частиц : учебное пособие. — Иркутск : Иркутский ГАУ, 2019. — 128 с. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133342>

3. Кузнецов, С. И. Курс физики с примерами решения задач : учебное пособие. — 4-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Часть III : Оптика. Основы атомной физики и квантовой механики. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2022. — 336 с. — Текст : электронный. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211748>
4. Общая физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц : учебно-методическое пособие для вузов / под ред. Ю. А. Гороховатского. — Санкт-Петербург : Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2018. — 184 с. — Текст : электронный. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/98604.html>
5. 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.