

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Атомная и ядерная физика

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

03.03.03 - Радиофизика

Направленность образовательной программы

Фундаментальная радиофизика

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.09 Атомная и ядерная физика относится к обязательной части образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности;	ОПК-1.1: Обладает фундаментальными знаниями в области физики и радиофизики. ОПК-1.2: Анализирует физические аспекты теории и возможности ее использования для решения научно-исследовательских задач. ОПК-1.3: Решает научно-исследовательские задачи, в том числе в сфере педагогической деятельности.	ОПК-1.1: Знать методики получения базовых знаний в области атомной и ядерной физики Уметь овладевать базовыми знаниями в области атомной и ядерной физики и использовать их в профессиональной деятельности ОПК-1.2: Знать современные образовательные и информационные технологии для самостоятельного приобретения новых знаний в области атомной и ядерной физики Владеть опытом получения базовых знаний в области атомной и ядерной физики, и их использования в профессиональной деятельности ОПК-1.3: Уметь самостоятельно приобретать новые знания в области атомной и ядерной физики, используя современные образовательные и информационные технологии Владеть опытом самостоятельного	Задачи Контрольная работа	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы

		приобретения новых знаний в области атомной и ядерной физики с использованием современных образовательных и информационных технологий		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	48
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	2
самостоятельная работа	33
Промежуточная аттестация	45 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1. Становление атомной физики	23	7	7	14	9
Тема 2. Аппарат физики микрообъектов	21	12	2	14	7
Тема 3. Квантовая теория атомов	32	16	5	21	11
Тема 4. Физика атомного ядра	14	9	1	10	4
Тема 5. Квантовая информатика	7	4	1	5	2
Аттестация	45				
КСР	2			2	
Итого	144	48	16	66	33

Содержание разделов и тем дисциплины

Практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- компетенции ОПК-1.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа обучающихся включает следующие виды:

- разбор лекционного материала,
- изучение дополнительных разделов дисциплины с использованием учебной литературы,
- выполнение домашних заданий по решению задач.

Текущий контроль усвоения материала проводится путем проведения контрольных работ во время практических занятий и проверки выполнения домашних заданий.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. Излучение абсолютно чёрного тела

Вычислить полную мощность теплового излучения Солнца. Оценить количество солнечной энергии, падающей на поверхность Земли в единицу времени. Оценить какая часть энергии, излучаемой Солнцем, приходится на видимый диапазон (400–800 нм).

2. Фотоны

[1] 1.1, 1.2, 1.3

3. Фотоэффект

[1] 2.2, 2.3, 2.4, 2.6, 2.7. 2.8

4. Эффект Комптона

[1] 3.2, 3.5

5. Атом Бора

[1] 13.4, 13.6 13.7, 13.8

6. Уравнение Шрёдингера

[2] 5.124, 5.125, 5.126, 5.131, 5.135, 5.136

7. Квантовая теория атома

[2] 5.143, 5.144, 5.147, 5.149

8. Тонкая структура спектра

Рассчитать величину тонкого расщепления линий Лайман-бета и «аш-бета» в атоме водорода

[2] 5.162, 5.175

9. Эффект Зеемана

[1] 41.1

[2] 5.199

Литература:

[1] Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. V. Атомная и ядерная физика. — М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2002. — 784 с.

[2] Иродов И. В. Задачи по общей физике: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2004. — 416 с.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» ИЛИ Хотя бы одна компетенция

Оценка	Критерии оценивания
	сформирована на уровне «плохо»

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

Варианты контрольных работ составляются из списка задач для текущего контроля и промежуточной аттестации

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо» ИЛИ Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо» ИЛИ Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
Знания	Отсутствие	Уровень	Минимальн	Уровень	Уровень	Уровень	Уровень

	знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	о допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»

не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

ФЭ-1. Определить красную границу фотоэффекта для цинка (работа выхода равна 3,74 эВ) и максимальную скорость фотоэлектронов, вырывааемых с его поверхности электромагнитным излучением с длиной волны 250 нм.

ФЭ-2. Определить красную границу фотоэффекта для платины (работа выхода равна 5,32 эВ) и максимальную скорость фотоэлектронов, вырывааемых с его поверхности электромагнитным излучением с длиной волны 50 нм.

ЭК-1. Фотон с длиной волны 6,0 пм рассеялся под прямым углом на покоившемся свободном электроны. Найти длину волны рассеянного фотона и кинетическую энергию электрона отдачи.

ЭК-2. Фотон с длиной волны 20 пм рассеялся на покоящемся свободном электроны на угол 45°. Найти длину волны рассеянного фотона и кинетическую энергию электрона отдачи.

ЭК-3. Фотон с длиной волны 30 пм рассеялся на покоящемся свободном электроны на угол 60°. Найти длину волны рассеянного фотона и кинетическую энергию электрона отдачи.

ЭК-4. Фотон с длиной волны 50 пм рассеялся на покоящемся свободном электроны на угол 30°. Найти длину волны рассеянного фотона и кинетическую энергию электрона отдачи.

АБ-1. Вычислить длины волн первых трёх линий серии Пашена (линии, возникающие в результате перехода атома водорода в состояние с $n = 3$) и предел серии.

АБ-2. Какие спектральные линии появятся в спектре ионов гелия He^+ при их облучении ультрафиолетом с длиной волны 25 нм?

УШ-1. Частица массы m находится в основном состоянии в одномерной прямоугольной потенциальной яме ширины l с абсолютно непроницаемыми стенками. Найти вероятность обнаружения частицы в области $0 < x < l/3$.

УШ-2. Электрон находится в одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Найти ширину ямы, если разность энергии между первым и вторым уровнями составляет 0,10 эВ.

УШ-3. Вычислить среднюю кинетическую энергию электрона, находящегося в основном состоянии в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной $L = 1$ нм.

УШ-4. Вычислить среднюю кинетическую энергию электрона, находящегося в основном состоянии в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме шириной $L = 2$ нм.

ТС-1. Вычислить разность длин волн двух компонент тонкой структуры линии $L\gamma$ (третья спектральная линия серии Лаймана).

ТС-2. Длины волны компонент дублета резонансной линии калия, обусловленной переходом $4P \rightarrow 4S$ равны 766,5 нм и 769,9 нм. Найти величину расщепления $4P$ терма в электрон-вольтах.

ЭЗ-1. Рассчитать расщепление спектральной линии во внешнем магнитном поле с индукцией $B = 104$ Гс (зеемановское расщепление), возникающей при переходе $2P_{3/2} \rightarrow 2S_{1/2}$.

ЭЗ-2. Рассчитать расщепление спектральной линии во внешнем магнитном поле с индукцией $B = 104$ Гс (зеемановское расщепление), возникающей при переходе $2D_{3/2} \rightarrow 2P_{1/2}$.

ДОП-1. Позитроний — связанная система из электрона и позитрона. Вычислите для него расстояние между частицами и энергию их связи в основном состоянии.

ДОП-2. Параллельный пучок атомов водорода со скоростью $v = 600$ м/с падает нормально на узкую щель, за которой на расстоянии $l = 1,0$ м расположен экран. Оценить ширину щели b , при которой ширина изображения на экране будет минимальной.

ДОП-3. Возбуждённый атом углерода находится в состоянии с электронной конфигурацией $1s^2 2s^2 2p^3 d$ и с максимально возможным полным моментом импульса. Найти магнитный момент атома в этом состоянии.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне

Оценка	Критерии оценивания
	«удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Тепловое излучение абсолютно чёрного тела. Формула Планка. Спектр равновесного излучения.
2. Фотоэлектрический эффект. Законы фотоэффекта. Теория Эйнштейна. Уравнение Эйнштейна. Работа выхода.
3. Понятие фотона. Энергия и импульс фотона. Эффект Комптона.
4. Волновые свойства частиц. Волна де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. Принцип неопределённости Гейзенберга.
5. Спектры атомов. Спектральные термы. Постоянная Ридберга. Серии спектральных линий.
6. Теория атома Бора. Постулаты Бора. Вычисление постоянной Ридберга. Недостатки теории.
7. Уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Квантование энергии.
8. Волновая функция. Статистический смысл волновой функции. Её свойства. Нормировка волновой функции.
9. Частица в потенциальной яме. Квантовый осциллятор. Его энергетический спектр и собственные функции.
10. Взаимодействие с потенциальным барьером. Туннельный эффект.
11. Постулаты квантовой механики. Динамические переменные и операторы. Оператор координаты. Оператор импульса. Оператор полной энергии. Коммутативность операторов. Условие одновременной измеримости динамических переменных.
12. Квантование момента импульса. Операторы проекции момента импульса и квадрата момента импульса. Их собственные значения. Орбитальное и магнитное квантовые числа.
13. Сложение моментов импульса системы частиц.
14. Квантово-механическая теория водородоподобных атомов. Энергетический спектр. Квантовые числа. Спектр излучения. Пространственная структура состояний электрона.

15. Магнитные свойства атомов. Связь магнитного момента с моментом импульса. Гиромагнитное отношение. Опыт Штерна — Герлаха. Гипотеза Гаудсмита — Уленбека. Спин. Орбитальный, спиновый и полный моменты импульса электрона в атоме.
16. Спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура энергетических уровней и спектральных линий. Мультиплетность.
17. Спин-орбитальное взаимодействие в многоэлектронных атомах. L-S-связь, jj-связь. Правила отбора при излучении.
18. Эффект Зеемана (простой и сложный). Расчет множителя Ланде (g-фактора) и величины зеемановского расщепления в приближении L-S связи. Эффект Пашена — Бака. Эффект Штарка.
19. Принцип тождественности элементарных частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Заполнение электронных оболочек атомов. Периодическая система Д. И. Менделеева.
20. Квантовая статистика. Связь спина со статистикой. Статистики Ферми — Дирака и Бозе — Эйнштейна. Химический потенциал. Бозе-конденсация.
21. Распределения Ферми — Дирака и Бозе — Эйнштейна для идеального газа. Квантование фазового объёма. Критерий невырожденности. Фотонный газ. Электронный газ. Энергия Ферми.
22. Зонная структура энергетических спектров твёрдых тел. Классификация на металлы, полупроводники и диэлектрики.
23. Электрон в периодическом потенциале. Волны Блоха. Квазиимпульс. Эффективная масса. «Дырки». Электропроводность кристаллических тел.
24. Теплоёмкость твёрдых тел. Теория теплоёмкости Эйнштейна. Теория теплоёмкости Дебая. Закон кубов. Температура Дебая.
25. Основные характеристики атомных ядер. Спин атомного ядра. Сверхтонкая структура спектральных линий. Масса и энергия связи нуклонов в ядре.
26. Модели атомных ядер. Капельная модель. Формула Вайцзеккера. «Магические» числа. Оболочечная модель.
27. Радиоактивность. Основные типы радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада. Период полураспада.
28. Понятие о квантовой электродинамике. Диаграммы Фейнмана. Обменный характер электромагнитного взаимодействия. Виртуальные частицы.
29. Сильное взаимодействие. Обменная теория взаимодействия нуклонов (теория Юкавы). π -мезоны. Изотопический спин. Странные частицы. Странность.
30. Слабое взаимодействие. Распад нейтрона. Теория «слабых токов». Теория электрослабого взаимодействия. Калибровочные бозоны.
31. Нейтрино. Детектирование нейтрино. Типы нейтрино. Проблема солнечных нейтрино. Нейтринные осцилляции. Масса нейтрино.

32. Квантовая хромодинамика. Кварки. Кварковый состав адронов. Цветовой заряд. Глюоны. Конфайнмент.
33. Стандартная модель. Бозон Хиггса. Спонтанное нарушение симметрии. Механизм Хиггса. Поле Хиггса.
34. Классификация элементарных частиц. Лептоны, адроны. Фундаментальные взаимодействия. Их свойства.
35. Законы сохранения в микромире. Барионное и лептонное числа. Понятие симметрии. Чётность. Зарядовое сопряжение. CPT-теорема.
36. Отличие квантовых измерений от классических. Квантовая суперпозиция. Квантовая интерференция. Чистые и смешанные состояния.
37. Квантовая сцепленность (запутанность). Нелокальность квантовой физики. Парадокс Эйнштейна — Подольского — Розена. ЭПР-пары фотонов. Теорема о невозможности клонирования квантовых состояний.
38. Квантовая телепортация. Базисные состояния Белла. Квантовая криптография. Квантовый канал. Квантовые компьютеры. Квантовые симуляторы.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»

Оценка	Критерии оценивания
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. Том 5. Атомная и ядерная физика / Сивухин Д.В. - Москва : Физматлит, 2008., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=645719&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Матвеев Алексей Николаевич. Атомная физика : [учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. - М. : Высшая школа, 1989. - 439 с. : ил. - ISBN 5-06-000056-7 : 1.40., 217 экз.
2. Матвеев Алексей Николаевич. Оптика : учеб. пособие для физ. специальностей вузов. - М. : Высшая школа, 1985. - 351 с. : ил. - 1.40., 68 экз.
3. Савельев И. В. Курс общей физики. В 3-х тт. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц : учебник для вузов / Савельев И. В. - 14-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 320 с. - Допущено Научно-методическим советом по физике Министерства образования и науки РФ в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по техническим (550000) и технологическим (650000) направлениям. - Книга из коллекции Лань - Физика. - ISBN 978-5-507-47045-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=863477&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

nucphys.sinp.msu.ru — сайт кафедры общей ядерной физики физического факультета МГУ

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Коржиманов Артем Владимирович, кандидат физико-математических наук.

Рецензент(ы): Маругин Алексей Валентинович, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Бакунов Михаил Иванович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18 декабря 2023 года, протокол № 09/23.