

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Наумова Наталия Александровна

Должность: Ректор

Дата подписания: 13.08.2026 10:09:56

Уникальный идентификатор доку

6b5279da4e034bffa679172803da5b4150ca9d

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ»

(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПРОСВЕЩЕНИЯ)

Физико-математический факультет

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологии

Согласовано

деканом физико-математического факультета

«18» марта 2026 г.

/Кулешова Ю.Д./

Рабочая программа дисциплины

Атомная и ядерная физика (практикум)

Направление подготовки

03.03.02 Физика

Профиль:

Фундаментальная физика и нанотехнологии

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано учебно-методической комиссией
физико-математического факультета

Протокол «18» марта 2026 г. № 8

Председатель УМКом

/Кулешова Ю.Д./

Рекомендовано кафедрой фундаментальной
физики и нанотехнологии

Протокол от «17» февраля 2026 г. № 12

Зав. кафедрой

/Холина С.А./

Москва

2026

Авторы-составители:

Васильчикова Е. Н., кандидат физико-математических наук, доцент,

Емельянов В. А., кандидат физико-математических наук, доцент.

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) 2026.

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	13
7. Методические указания по освоению дисциплины	14
8. Информационные технологии для осуществления образовательного процесса по дисциплине	14
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 данные.

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 и ядерная 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 работы	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.	Собрать экспериментальную установку, включающую в себя: монохроматор УМ-2 и источники излучения (ртутная лампа и водородная лампа). Зарисовать спектры атома ртути и атома водорода. Построить градуировочную кривую, определить длины волн в спектре водорода.	5
Тема 2. Исследование стационарных состояний атома гелия.	Собрать экспериментальную установку в соответствии с электрической схемой. Снять вольтамперную характеристику, по которой вычислить энергию электронов при неупругих ударах (в джоулях и электрон-вольтах). Определить по схеме энергетические уровни, между которыми осуществляется переход при неупругих соударениях.	5
Тема 3. Определение ширины запрещенной зоны	Собрать экспериментальную установку, включающую в себя электрическую плитку, сосуд с водой, два терморезистора (один из которых	5

полупроводника.	калиброванный), приборы для измерения сопротивления. Измерить сопротивление терморезистора при различных температурах. Построить график зависимости логарифма сопротивления от обратной температуры и определить по нему значение ширины запрещенной зоны полупроводника (в джоулях и электрон-вольтах).	
Тема 4. Определение работы выхода электрона из металла.	Собрать экспериментальную установку в соответствии с электрической схемой. Снять вольтамперные характеристики вакуумного фотоэлемента при различных напряжениях на лампе накаливания. Построить график зависимости логарифма отношения тока насыщения к квадрату температуры от обратной температуры. Рассчитать по графику работу выхода электронов из металла	5
Тема 5. Соотношение неопределенностей.	Собрать экспериментальную установку, включающую в себя: источник света (полупроводниковый лазер), щель переменной ширины и экран. Устанавливается зависимость между шириной щели и величиной центрального дифракционного максимума. По графику определить значение постоянной Планка.	5
6. Изучение лазерного излучения.	Собрать экспериментальную установку, включающую в себя: гелий-неоновый лазер, экран, поляризатор, дифракционную решетку. Рассчитать длину волны лазерного излучения, оценить погрешность. Измерить угол расхождения лазерного пучка, сравнить полученное значение с дифракционным расширением пучка. Определить положение плоскости поляризации лазерного излучения. Оценить размеры отверстий по дифракции лазерного излучения и сравнить их со значениями, полученными с помощью микроскопа.	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
Опыты Резерфорда по рассеянию α -частиц.	1. Особенности экспериментальной установки. 2. Формула Резерфорда.	7	Работа с литературой, сеть Интернет, консультации, практические задания, подготовка к выполнению лабораторных работ	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Домашнее задание
Опыты Франка и Герца.	1. Описание состояния электрона в	5	Работа с литературой, сеть Интернет, консультации,	Учебно-методическое и ресурсное	Домашнее задание

	атоме. 2.Магнитный момент атома.		практические задания, подготовка к выполнению лабораторных работ	обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	
Зонная теория твердых тел.	1.Энергия Ферми. 2.Электропроводность металлов и полупроводников. 3.Сверхпроводимость.	5	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка к выполнению лабораторных работ, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Доклад, презентация
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, консультации, практические задания, подготовка к выполнению лабораторных работ	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Домашнее задание
Экспериментальное подтверждение волновых свойств частиц	1.Опыты Девиссона – Джермера. 2.Опыты Томсона – Тартаковского.	5	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
Основы нелинейной оптики.	1.Оптические гармоники. 2.Самофокусировка света. 3.Многофотонные процессы.	7	Работа с литературой, сетью Интернет, консультации, практические задания, подготовка к выполнению лабораторных работ, подготовка докладов и презентаций	Учебно-методическое и ресурсное обеспечение дисциплины (п. 6.1, 6.2, 6.3)	Доклад, презентация
		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 данные.	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, решение задач, доклад.	Шкала оценивания лабораторных работ 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 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.	Лабораторные работы, решение задач, доклад, практическая подготовка	Шкала оценивания лабораторных работ Шкала оценивания решения задач Шкала оценивания доклада Шкала оценивания практической подготовки

Шкала оценивания написания доклада

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

Шкала оценивания решения задач

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

Шкала оценивания лабораторных работ

Уровни оценивания	Критерии оценивания	Баллы
Высокий (отлично)	Если студент отобразил в презентации 71-90% лабораторных работ.	8-10
Оптимальный (хорошо)	Если студент отобразил в презентации 51-70% лабораторных работ	5-7

Удовлетворительный	Если студент отобразил в презентации 31-50% лабораторных работ	2-4
Неудовлетворительный	Если студент отобразил в презентации 0-30% лабораторных работ	0-1

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 задачи для решения задач

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?
6. Задание 1. Свойства альфа-излучения. Особенности взаимодействия альфа-излучения с веществом. Законы радиоактивных распадов.
Практическая часть. Рассмотреть под микроскопом фотопластинки с треками микрочастиц. Провести наблюдения различных типов треков; зарисовать или сфотографировать их. Измерить длину каждого трека, определить энергию α -частицы по графику зависимости «пробег - энергия» для α -частицы.
7. Задание 2. Фотоэлектрический эффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Красная граница фотоэффекта.
Практическая часть. Фотоэлектронные приборы, их устройство, характеристики, применение. Принципы работы приборов, основанных на внутреннем и вентильном фотоэффекте. Терморезистор. Установить температурную зависимость сопротивления терморезистора.

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.

Примерные задания для практической подготовки

1. Собрать экспериментальную установку, включающую в себя: монохроматор УМ-2 и источники излучения (ртутная лампа и водородная лампа). Зарисовать спектры атома ртути и атома водорода. Построить градуировочную кривую, определить длины волн в спектре водорода.
2. Собрать экспериментальную установку в соответствии с электрической схемой. Снять вольтамперную характеристику, по которой вычислить энергию электронов при неупругих ударах (в джоулях и электрон-вольтах). Определить по схеме энергетические уровни, между которыми осуществляется переход при неупругих соударениях.
3. Собрать экспериментальную установку, включающую в себя электрическую плитку, сосуд с водой, два терморезистора (один из которых калиброванный), приборы для измерения сопротивления. Измерить сопротивление терморезистора при различных температурах. Построить график зависимости логарифма сопротивления от обратной температуры и определить по нему значение ширины запрещенной зоны полупроводника (в джоулях и электрон-вольтах).
4. Собрать экспериментальную установку в соответствии с электрической схемой. Снять вольтамперные характеристики вакуумного фотоэлемента при различных напряжениях на лампе накаливания. Построить график зависимости логарифма отношения тока насыщения к квадрату температуры от обратной температуры. Рассчитать по графику работу выхода электронов из металла.
5. Собрать экспериментальную установку, включающую в себя: источник света (полупроводниковый лазер), щель переменной ширины и экран. Устанавливается зависимость между шириной щели и величиной центрального дифракционного максимума. По графику определить значение постоянной Планка.
6. Собрать экспериментальную установку, включающую в себя: гелий-неоновый лазер, экран, поляризатор, дифракционную решетку. Рассчитать длину волны лазерного излучения, оценить погрешность. Измерить угол расхождения лазерного пучка, сравнить полученное значение с дифракционным расширением пучка. Определить положение плоскости поляризации лазерного излучения. Оценить размеры отверстий по дифракции лазерного излучения и сравнить их со значениями, полученными с помощью микроскопа.

Примерные вопросы к зачету:

1. Волновые свойства частиц. Гипотеза де-Бройля. Длина волны де-Бройля.
2. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
3. Экспериментальное подтверждение теории де Бройля (опыты Дэвиссона–Джермера, Томсона-Тартаковского).
4. Опыт Резерфорда по рассеянию α – частиц. Формула Резерфорда.
5. Модель атома Бора-Резерфорда. Постулаты Бора.
6. Энергетические уровни водородоподобных ионов. Формула Бальмера.
7. Опыт Франка и Герца.
8. Уравнение Шредингера. Физический смысл волновой функции.
9. Частица в потенциальной яме. Энергетические уровни.
10. Атом водорода в квантовой механике. Квантовые числа (главное, орбитальное, магнитное, спиновое, полное).
11. Векторная модель атома. Орбитальный, спиновый, полный момент импульса атома.
12. Квантование момента импульса и проекции момента импульса.
13. Магнитный момент электрона. Магнетон Бора.
14. Магнитный момент атома. Проекция магнитного момента. Фактор Ланде.
15. Атом во внешнем магнитном поле. Опыт Штерна–Герлаха.
16. Эффект Зеемана.
17. Принцип Паули. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева.

18. Рентгеновское излучение: тормозное и характеристическое. Закон Мозли.
19. Основные законы радиоактивного распада.
20. Виды радиоактивных распадов и их основные свойства.
21. Ядерные силы: свойства и особенности.
22. Дефект массы. Энергия связи ядра.

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 зачета

Баллы	Критерии оценивания
20	Обучающийся полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные.
14	Систематическое посещение занятий, участие в практических занятиях, единичные пропуски по уважительной причине и их отработка, изложение материала носит преимущественно описательный характер, студент показал достаточно уверенное владение материалом, однако недостаточное умение четко, аргументировано и корректно отвечать на поставленные вопросы и отстаивать собственную точку зрения.
7	Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но: - излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; - не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры.
3	Обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

Итоговая шкала оценивания результатов освоения дисциплины

Итоговая оценка по дисциплине выставляется по приведенной ниже шкале. При выставлении итоговой оценки преподавателем учитывается работа обучающегося в течение освоения дисциплины, а также оценка по промежуточной аттестации.

Количество баллов	Оценка по традиционной шкале
81-100	Зачтено

61-80	Зачтено
41-60	Зачтено
0-40	Не зачтено

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Васильчикова, Е.Н. Атомная физика: лаб. практикум для физ.-мат. фак. / Е. Н. Васильчикова, Н. И. Кошкин. - М.: МГОУ, 2008. - 35с. – Текст: непосредственный.
2. Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие : в 5 томах / И. В. Савельев. — 5-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 5 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2022. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1211-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210611> (дата обращения: 22.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Иродов, И.Е. Квантовая физика: основные законы / И. Е. Иродов. - 5-е изд. стереотип. – М.: Бином, 2013. - 256с. – Текст: непосредственный.
4. Иродов, И. Е. Квантовая физика. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. - 8-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2021. - 261 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". - ISBN 978-5-93208-517-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785932085172.html> (дата обращения: 22.03.2024). - Режим доступа : по подписке.
5. Иродов, И.Е. Задачи по квантовой физике: учеб. пособие для вузов / И. Е. Иродов. – М.: Высш. шк., 1991. - 175с. – Текст: непосредственный.
6. Иродов, И. Е. Задачи по квантовой физике / Иродов И. Е. - 6-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 220 с. Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10. (Технический университет. Общая физика) - ISBN 978-5-00101-685-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001016854.html> (дата обращения: 22.03.2026). - Режим доступа : по подписке.
7. Акоста, В. Основы современной физики / В. Акоста, К. Кован, Б. Грэм. - М.: Просвещение, 1981. - 495с. – Текст: непосредственный.

6.2. Дополнительная литература

1. Башлачев, Ю.А. Фундаментальные эксперименты физики: курс лекций / Ю. А. Башлачев, Д. Л. Богданов. - М.: ЛЕНАНД, 2012. - 240с.- Текст: непосредственный.
2. Борн, М. Атомная физика / М. Борн; Медведев Б. В., ред. - Изд-е 3-е; Перевод с англ. - Москва: Мир, 1970. - 481с. – Текст: непосредственный.
3. Горлач, В. В. Физика: квантовая физика. Лабораторный практикум : учебное пособие для вузов / В. В. Горлач. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 114 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10137-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/513821> (дата обращения: 22.03.2026).
4. Практикум по решению задач по общему курсу физики. Основы квантовой физики. Строение вещества. Атомная и ядерная физика : учебное пособие / Н. П. Калашников, Н. М. Кожевников, Т. В. Котырло, Г. Г. Спирин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1651-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211592> (дата обращения: 22.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. 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 / И. В. Савельев. — 14-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 320 с. — ISBN 978-5-507-47045-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/322505> (дата обращения: 22.03.2026). — Режим доступа: для авториз.

пользователей.

6. Сивухин, Д.В. Общий курс физики. Атомная и ядерная физика. Том 5. Атомная и ядерная физика [Электронный ресурс]: Учеб. пособие для вузов / Сивухин Д. В. - 3-е изд., стер. - М: ФИЗМАТЛИТ, 2008. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922106450.html>. (дата обращения: 16.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей Электронно-библиотечная система «Консультант студента» — Текст: электронный.

7. Шпольский, Э. В. Атомная физика : учебник : в 2 томах / Э. В. Шпольский. — 8-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 1 : Введение в атомную физику — 2022. — 560 с. — ISBN 978-5-8114-1005-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210398> (дата обращения: 22.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Шпольский, Э. В. Атомная физика : учебник : в 2 томах / Э. В. Шпольский. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 2 : Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома — 2022. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1006-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210401> (дата обращения: 22.03.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Шпольский, Э.В. Атомная физика: учеб. пособие для вузов. т. 2: основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома / Э. В. Шпольский. - 4-е изд., перераб. - М.: Наука, 1974. - 447с. – Текст: непосредственный.

10. Шпольский, Э.В. Атомная физика: учеб. пособие для вузов. т.1: введение в атомную физику / Э. В. Шпольский. - 6-е изд., испр. - М.: Наука, 1974. - 575с. – Текст: непосредственный.

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>
3. Электронно-библиотечная система Лань <https://e.lanbook.com>
4. ООО «Электронное издательство Юрайт» <https://urait.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 «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)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: комплект учебной мебели, доска, технические средства обучения (проектор подвесной, компьютер стационарный - моноблок);

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой, подключенной к сети Интернет, обеспеченные доступом к электронной информационно-образовательной среде Университета. Персональные компьютеры с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду Университета. Доска. Программное обеспечение: Лицензионное программное обеспечение: Зарубежное: Microsoft Windows, Microsoft Office Отечественное: Kaspersky Endpoint Security Свободно распространяемое программное обеспечение: Зарубежное: Google Chrome, 7-zip Отечественное: ОМС Плеер (для воспроизведения Электронных Учебных Модулей) Информационные справочные системы: система «КонсультантПлюс» Профессиональные базы данных: fgosvo.ru pravo.gov.ru;

- помещение для самостоятельной работы для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, оснащенное компьютерной техникой, подключенной к сети Интернет, обеспечено доступом к электронно-образовательной среде Университета, Комплект учебной мебели, персональные компьютеры с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа к электронным библиотекам и в электронную информационно-образовательную среду Университета, доска, проектор подвесной;

- в том числе, материально-техническое обеспечение практической подготовки по дисциплине:

- учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения: Лабораторные столы (1.50×0.80), Компьютерные столы (1.20×0.07; 1.20×0.06), Классная доска однопольная маркерная, Стойки металлические для приборов, Огнетушитель ОУ-2, Тумбочки, Шкафы, Сейф, Мультимедийная доска, Проектор, Системный процессор, Клавиатура, Мышка, Компьютер, Системный блок, Клавиатура, Мышь, Принтер, Лабораторная работа №1 «Изучение светового поля источников» (на оптической скамье ФСМ): Регулятор напряжения. Лабораторная работа №2 «Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона» (на микроскопе): Ртутно-кварцевая лампа. Лабораторная работа №3 «Дифракция Фраунгофера» (на рельсе оптической скамьи с рейтерами): Ртутно-кварцевая лампа, Дифракционная решетка. Лабораторная работа №4 «Определение фокусных расстояний линз» (на рельсе оптической скамьи с рейтерами и линзами): Осветитель теневой проекции. Лабораторная работа №5 «Увеличение оптических приборов» (1-часть на рельсе оптической скамьи с рейтерами и линзами, 2-часть на микроскопе), Осветитель для микроскопа. Лабораторная работа №6 «Определение показателя преломления рефрактометром» (на рефрактометре). Лабораторная работа №7 «Дисперсия призмы» (на гониометре ГС-5), Ртутно-кварцевая лампа. Лабораторная работа №8 «Изучение вращения плоскости поляризации раствором сахара в воде» (на сахариметре СУ-4), Осветитель теневой проекции. Лабораторная работа №9 «Определение постоянной Стефана-Больцмана» (на основе пирометра ОППИР-09), Регулятор напряжения. Лабораторная работа №10 «Определение характеристик фотоэлементов» (на основе школьной фотометрической скамьи), Выпрямитель школьный. Лабораторная работа №1 «Исследование атомарного спектра водорода» на монохроматоре, Генератор, Лабораторная работа №2 «Исследование стационарных состояний атома гелия» на экспериментальной установке со специальной гелиевой лампой, Источник питания, Вольтметр универсальный (2 шт). Лабораторная работа №3 «Определение ширины запрещенной зоны полупроводника» на экспериментальной установке на основе термостата, Цифровой омметр (2 шт). Лабораторная работа №4 «Определение работы выхода электрона из металла» на экспериментальной установке с

фотоэлементом, Оптическая скамья, Вольтметр универсальный (2 шт). Регулятор напряжения школьный. Лабораторная работа №5 «Соотношение неопределенностей» на экспериментальной установке с гелий-неоновым лазером, Оптическая скамья. Лабораторная работа №6 «Изучение лазерного излучения» на экспериментальной установке с лазером ЛГН-105. Оптическая скамья. Лабораторная работа №7 «Эффект Холла» на основе электромагнита, Амперметр, Источник питания, Вольтметр. Лабораторная работа №8 «Исследование фотолюминесценции» с помощью лампы-вспышки, Осциллограф запоминающий, Регулятор напряжения. Лабораторная работа №9 «Измерение треков α -частиц в фотоэмульсиях» на измерительном микроскопе. Лабораторная работа №10 «Определение дозиметром мощности экспозиционной дозы и плотности потока β -частиц» на основе дозиметра. Лабораторная работа №11 «Структура атомного спектра ртути» на основе монохроматора, Ртутно-кварцевая лампа, Список учебных таблиц и демонстрационных пособий: Порядок работы в лаборатории, Фундаментальные физические константы, Греческий алфавит, Шкала электромагнитных волн, Химическая таблица Д.И. Менделеева.