

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Физический факультет

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением Ученого совета ННГУ  
протокол № 10 от 02.12.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
Общий физический практикум (атомная физика)

---

Уровень высшего образования  
Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность  
03.03.02 - Физика

---

Направленность образовательной программы  
Физика конденсированного состояния

---

Форма обучения  
очная

---

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.10.05 Общий физический практикум (атомная 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
УК-3: Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	ИД УК-3: Демонстрация способности осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	ИД УК-3: Знать: правила техники безопасности при проведении лабораторных работ. Уметь: проводить исследования в малой группе. Владеть: навыками организации проведения эксперимента в малой группе.	Допуск к лабораторной работе	Зачёт: Отчет по лабораторным работам
ОПК-2: Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;	ИД ОПК-2: Демонстрация способности проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ИД ОПК-2: Знать: особенности работы на оборудовании, необходимом для выполнения лабораторных работ; теоретические модели, необходимые для проведения эксперимента в рамках лабораторных работах. Уметь: работать на оборудовании, необходимом для выполнения лабораторных работ; спланировать эксперимент в рамках теоретической модели, предложенной в лабораторной работе.  Владеть: навыками обработки данных, полученных в эксперименте; навыками оформления результатов эксперимента в виде научного отчета.	Допуск к лабораторной работе	Зачёт: Отчет по лабораторным работам

--	--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>2</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>72</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>0</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>32</b>
- КСР	<b>1</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>39</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>0</b> <b>Зачёт</b>

#### 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
Лабораторные работы	71		32	32	39
Аттестация	0				
КСР	1			1	
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>39</b>

#### Содержание разделов и тем дисциплины

«Атомная физика» (Список лабораторных работ)

1. Спектр видимого излучения атома водорода.
2. Дифракция электронов на поликристалле.
3. Изучение законов фотоэффекта.

#### **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 в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Самостоятельная работа студентов предусматривает изучение рекомендованной литературы и подготовку к выполнению лабораторных работ. Оценочные средства для контроля текущей успеваемости включают в себя устный опрос. Для контроля промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины "Физический практикум (механика)" используются отчеты по лабораторным работам.

Студент обязан являться в лабораторию подготовленным. Подготовка проводится в часы самостоятельных занятий и включает следующее:

1) Тщательное изучение описания лабораторной работы и расширенное рассмотрение теоретического материала, необходимое для сознательного выполнения работы.

2) Студент должен понимать физическую сущность изучаемых явлений, ясно представлять, что и каким методом будет измеряться.

3) Необходимо иметь представление о порядках измеряемых величин.

Выполнение работы начинается с детального изучения установки. При этом не разрешается крутить ручки приборов, т.к. можно сбить настройку. Включать установку и приступать к измерениям можно только с разрешения преподавателя и под контролем лаборанта.

Студент не допускается к выполнению работы, если:

1) Имеется более двух несданных отчетов по выполненным лабораторным работам.

2) Студент не может удовлетворительно ответить на контрольные вопросы преподавателя.

Получив разрешение, студент приступает к выполнению работы, соблюдая правила техники безопасности.

Протокол измерений оформляется студентом (или группой студентов) непосредственно в ходе проведения эксперимента в единственном экземпляре. Ответственность за достоверность данных, содержащихся в протоколе измерений несут студенты– исполнители лабораторной работы.

Протокол измерений визируется преподавателем непосредственно после проведенных измерений, после чего он должен быть включен в отчет.

Отчет по лабораторной работе (далее отчет) – научно-технический документ, который содержит систематизированные данные о выполненной исследовательской работе студента, и результаты, оформленные в виде выводов.

Ответственность за достоверность данных, содержащихся в отчете, и за соответствие отчета требованиям несет студент– исполнитель лабораторной работы.

Оформление и сдача отчета является завершающим этапом выполнения лабораторной работы. Четкое и грамотное оформление результатов измерений, их квалифицированное обсуждение, обоснование, проведение сравнений с известными литературными данными позволяет закрепить изученный теоретический материал, глубже понять логику методики проведения

эксперимента, убедиться в достоверности (а, может быть, - в ошибочности) полученных результатов.

Необходимо помнить, что отчет по лабораторной работе с включенным в него протоколом измерений является документом, фиксирующим результаты проведенного эксперимента.

## **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 - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции УК-3:**

Вопросы к лабораторной работе «Спектр видимого излучения атома водорода»

1. Спектр излучения атома водорода.
2. Обобщенная формула Бальмера.
3. Диапазоны длин волн спектральных серий спектра атома водорода.
4. Постулаты Бора.
5. Электрический разряд в газе.

Вопросы к лабораторной работе «Дифракция электронов на поликристалле»

1. Волна Де-Бройля, физический смысл её параметров.
2. Термоэмиссия электронов
3. Движение электрона в электрическом поле.

Вопросы к лабораторной работе «Изучение законов фотоэффекта»

1. Эмпирические законы фотоэффекта, их объяснение с помощью классической физической теории.
2. Фотонная теория света.

### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:**

Вопросы к лабораторной работе «Спектр видимого излучения атома водорода»

1. Ионизация и возбуждение атомов.
2. Диссоциация молекул.
3. Спектрометрия излучения с помощью дифракционной решетки.
4. Линейная аппроксимация методом наименьших квадратов.

Вопросы к лабораторной работе «Дифракция электронов на поликристалле»

1. Уравнение Вульфа-Брэгга.
2. Эксперименты Девиссона-Джермера.
3. Рассеяние волн на поликристалле.
4. Методика Томсона-Тартаковского.

Вопросы к лабораторной работе «Изучение законов фотоэффекта»

1. Уравнение Эйнштейна, энергетическая схема фотоэффекта.
2. Глеющий разряд в газе.
3. Линейчатый спектр атома ртути.

### **Критерии оценивания (оценочное средство - Допуск к лабораторной работе)**

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания,

Оценка	Критерии оценивания
	успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем
не зачтено	полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации, невыполнение практических заданий, выданных преподавателем,

## 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			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень 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	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы 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	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели	Имеется минимальный набор навыков для решения	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартны	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартны	Продемонстрированы навыки при решении нестандарт	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартны

	вследствие отказа обучающегося от ответа	место грубые ошибки	стандартны х задач с некоторым и недочетами	х задач с некоторым и недочетами	х задач без ошибок и недочетов	ных задач без ошибок и недочетов	х задач
--	--	---------------------	---	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	---------

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
<b>зачтено</b>	<b>превосходно</b>	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
	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	<b>удовлетворительно</b>	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»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	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 - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции УК-3

Отчет по каждой лабораторной работе должен содержать следующие разделы:

- результаты и их обсуждение.

Раздел «Результаты и их обсуждение» должен содержать подробный анализ полученных результатов, интерпретацию этих результатов на основе физических законов. Если необходимо, то следует сравнить полученные результаты с известными литературными данными, обсудить их соответствие существующим теоретическим моделям. Если обнаружено несоответствие полученных результатов и теоретических расчетов или литературных данных, необходимо обсудить возможные причины этих несоответствий.

#### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

Отчет по каждой лабораторной работе должен содержать следующие разделы:

- цель работы;
- приборы и материалы;
- теоретическая часть;
- список использованных источников;
- выводы.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	владение программным материалом, понимание сущности рассматриваемых процессов и явлений, умение самостоятельно обозначить точки активного роста нового знания, успешное выполнение практических заданий, выданных преподавателем
не зачтено	полное непонимание смысла проблем, не достаточно полное владение терминологией, неумение самостоятельно обозначить проблемные ситуации, невыполнение практических заданий, выданных преподавателем,

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

Основная литература:

1. Фаддеев Михаил Андреевич. Лекции по атомной физике : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальностям 010400 - физика и 010600 физика конденсир. состояния вещества и по направлению 510400 - физика. - М. : Физматлит, 2008. - 612 с. - ISBN 9785-94052-162-4 : 242.00., 97 экз.
2. Шпольский Эдуард Владимирович. Атомная физика : [учеб. пособие для вузов : в 2 т.]. Т. 1. Введение в атомную физику. - 7-е изд., испр. - М. : Наука, 1984. - 552 с. : ил. - 1.50., 50 экз.
3. Шпольский Эдуард Владимирович. Атомная физика : [учеб. пособие для вузов : в 2 т.]. Т. 2. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. - 5-е изд., перераб. - М. : Наука, 1984. - 438 с. : ил. - 1.20., 37 экз.
4. Сивухин Дмитрий Васильевич. Общий курс физики : [учеб. пособие для физ. специальностей вузов : в 5 т.]. [Т. 5]. Атомная и ядерная физика, ч. 2 : Ядерная физика . - М. : Наука, 1989. - 415 с. : ил. - ISBN 5-02-015053-8 (в пер.) : 1.30., 389 экз.
5. Фаддеев Михаил Андреевич. Элементарная обработка результатов эксперимента : учебное пособие / М. А. Фаддеев ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2010. - 122 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=849946&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Матвеев Алексей Николаевич. Квантовая механика и строение атома : [учеб. пособие для пед. вузов]. - М. : Высшая школа, 1965. - 355 с. : ил. - 0.74., 1 экз.

2. 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.
3. Берклеевский курс физики : [в 5 т.]. Т. 4. Квантовая физика / сост. Э. Вихман ; пер. с англ. под ред. А. И. Шальникова, А. О. Вайсенберга. - 2-е изд., стер. - М. : Наука, 1977. - 415 с. : ил. - 1.27., 6 экз.
4. Краткий курс теоретической физики : [в 3 кн. : для физ. специальностей вузов]. Кн. 2. Квантовая механика / авт. т.: Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. - М. : Наука, 1972. - 368с. - С дарств. надписью авт. - 18.00., 9 экз.
5. Левич Вениамин Григорьевич. Курс теоретической физики : [для физ.-техн. вузов и фак.]. Т. 2. Квантовая механика. Квантовая статистика и физическая кинетика / под ред. В. Г. Левича. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1971. - 936 с. : с черт. - 2.19., 58 экз.
6. Медведев Борис Валентинович. Начала теоретической физики : Механика, теория поля, элементы квантовой механики : [учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. - М. : Наука, 1977. - 496 с. : ил. - 1.36., 3 экз.
7. Поль Роберт Вихард. Оптика и атомная физика / пер. с нем. Н. М. Лозинской ; под ред. Н. А. Толстого. - М. : Наука, 1966. - 552 с. : ил. - 1.43., 3 экз.
8. Путилов Константин Анатольевич. Курс физики : [учеб. для вузов]. Т. 3. Оптика. Атомная физика. Ядерная физика. - М. : Физматгиз, 1960. - 634 с., 4 л. ил. : ил. - 1.46., 1 экз.
9. Собельман Игорь Ильич. Введение в теорию атомных спектров. - М. : Наука, 1977. - 319 с. : ил. - 1.50., 5 экз.
10. Савельев Игорь Владимирович. Курс общей физики : учеб. пособие для студентов вузов : [в 3 т.]. - Изд. 3-е, испр. - М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987-. Курс общей физики. Т. 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. - 1987. - Изд. 3-е, испр. - 317 с. : ил. - Предм. указ.: с. 314 - 317. - 0.85., 93 экз.
11. Савельев Игорь Владимирович. Основы теоретической физики. Ч. 2. Квантовая механика. - М. : Наука, 1977. - 351 с. : граф. - 0.80., 5 экз.
12. Фриш Сергей Эдуардович. Курс общей физики : [для гос. ун-тов]. Т. 3. Оптика. Атомная физика. - 7-е изд., испр. и доп. - М. ; Л. : Физматгиз, 1962. - 644 с. : ил. - 1.23., 3 экз.
13. Борн Макс. Атомная физика / пер. с англ. О. И. Завьялова и В. П. Павлова ; под ред. Б. В. Медведева ; предисл. Н. Н. Боголюбова. - Изд. 3-е. - М. : Мир, 1970. - 484 с., 6 л. ил. : черт. - 2.23., 5 экз.
14. Соколов Арсений Александрович. Квантовая механика и атомная физика : [учеб. пособие для физ.-мат. фак. пед. ин-тов]. - М. : Просвещение, 1970. - 423 с., 1 отд. л. табл. : с черт. - 0.85., 1 экз.
15. Фриш Сергей Эдуардович. Оптические спектры атомов = Optical Atom Spectra : учеб. пособие. - Изд. 2-е, испр. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. - 656 с. : ил. - (Классическая учебная литература по физике / ред. совет: Ж. И. Алферов (пред.) [и др.]) (Лучшие классические учебники) (Учебники для вузов. Специальная литература) (Знание. Уверенность. Успех!). - ISBN 978-5-8114-1143-6 : 500.00., 3 экз.

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

Не используется

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

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

средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: Лабораторное оборудование:

Учебно-исследовательская установка Р6.2.1.1. (Определение длин волн  $\text{Na}$ ,  $\text{H}\beta$  и  $\text{Hg}$  из серии водорода Бальмера)

Учебно-исследовательская установка Р3.8.5.2. (Установка для определения заряда электрона с помощью фильтра вина ) 2шт

Учебно-исследовательская установка Р6.1.4.2. (Определение постоянной Планка. Расщепление света с помощью призмы прямого видения на оптической скамье)

Учебно-исследовательская установка Р6.1.5.1. (Дифракция электронов на поликристаллической решетке (дифракция Дебая-Шеррера)

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/специальности 03.03.02 - Физика.

Автор(ы): Фаддеев Михаил Андреевич, кандидат физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Чупрунов Евгений Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 30.11.2024, протокол № б/н.