



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

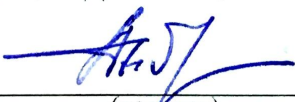
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра фундаментальной физики и нанотехнологий

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

  
(подпись) А.И. Александров

« 31 » августа 20 23 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Атомная физика

Уровень высшего образования:	бакалавриат
Квалификация выпускника:	бакалавр
Направление подготовки:	28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника
Направленность (профиль) образовательной программы:	Материалы микро- и наносистемной техники



## **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Атомная физика» являются формирование у студентов первоначальных представлений о структуре и свойствах атомных систем как микрообъектах, подчиняющихся законам квантовой физики. Знакомство студентов с результатами наблюдений атомных явлений, с основными методами наблюдения, измерения и экспериментирования в области атомной физики; представление физических основ квантовой теории атома и атомных систем в адекватной математической форме, обучающей студентов использовать теоретические знания для решения практических задач как в области физики, так и на междисциплинарных границах физики с другими областями знаний, а также осуществление практической подготовки обучающихся посредством выполнения лабораторных работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

Дисциплина «Атомная физика» является пятой частью курса общей физики, раскрывающей элементарные закономерности физических явлений для объектов микромира. Её освоение базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных в результате изучения предшествующих разделов курса общей физики и математических дисциплин. Необходимыми условиями освоения дисциплины являются качественные представления об основных законах, управляющих поведением микрообъектов, а также умение применять основные методы математики для решения физических задач. Важным условием успешного овладения экспериментальными методами атомной физики являются приобретённые в ходе выполнения лабораторного практикума по предшествующим разделам курса общей физики навыки постановки физического эксперимента, сбора, анализа и представления экспериментальных данных, а также знание методов оценки погрешностей измерений физических величин.

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные понятия и законы, изученные в предшествующих разделах курса общей физики; основные методы элементарной и высшей математики; методы оценки погрешностей измерений физических величин.

Уметь: на качественном уровне описывать свойства микрообъектов; применять знания из различных разделов общей физики и математики при решении учебных экспериментальных и теоретических задач.

Иметь: практический опыт/Иметь навыки: решения учебных экспериментальных и теоретических задач общей физики и высшей математики; дифференцирования и интегрирования элементарных функций, постановки физического эксперимента, сбора, анализа и представления экспериментальных данных.

Освоение дисциплины «Атомная физика» необходимо как предшествующее при изучении таких последующих дисциплин как «Квантовая механика и квантовая химия», «Квантовая и оптическая электроника», «Физика конденсированного состояния вещества»; для прохождения учебной и производственной практик.

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

### **3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

- а) универсальные (УК):
- б) общепрофессиональные (ОПК):



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования.

ОПК-3 Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.

в) профессиональные (ПК):

**3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения формируемых компетенций**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

основные сведения о фотонах (ОПК-1); модели строения атома (ОПК-1); боровскую теорию водородоподобных атомов (ОПК-1); основные положения квантовой механики (ОПК-1); основные положения современной физики атомов и молекул (ОПК-1).

Уметь:

объяснять корпускулярные и волновые свойства света (ОПК-1); применять теорию Бора для расчёта характеристик водородоподобных атомных систем (ОПК-1); применять основные положения квантовой механики для расчёта модельных микросистем (ОПК-1); объяснять основные атомные явления с точки зрения современной квантовой физики (ОПК-1).

Иметь практический опыт/Иметь навыки:

применения законов квантовой физики к решению учебных экспериментальных и теоретических задач (ОПК-1, ОПК-3), методами обработки экспериментальных данных и оценки погрешностей прямых и косвенных измерений (ОПК-1, ОПК-3); методами математического анализа применительно к задачам атомной физики (ОПК-1).

**4. Объем и содержание дисциплины**

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов), в т.ч. практическая подготовка (ПП) – 64 академических часа в очной форме.

**4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа**

Объем иной контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

№ п/п	Разделы (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в ак. часах, по очной форме обучения)		Формы текущего контроля успеваемости (по очной форме обучения)
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Формы промежуточной аттестации
1.	Фотоны	5	4	2 практ. занятие 8 лабор. занятие (ПП)	Письменный опрос, отчет, решение задач
2.	Боровская теория атома	5	6	4 практ. занятие 8 лабор. занятие (ПП)	Письменный опрос, отчет, решение задач, контрольная работа



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

3.	Элементы квантовой механики	5	8	4 практ. занятие 8 лабор. занятие (ПП)	Письменный опрос, отчёт, решение задач
4.	Физика атомов и молекул	5	18	6 практ. занятие 40 лабор. занятие (ПП)	Письменный опрос, отчёт, решение задач, контрольная работа
Итого за семестр:			36	80	Экзамен
Итого по дисциплине:			36	80	

#### 4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)

##### **Фотоны**

Тормозное рентгеновское излучение. Опыты Ботэ. Фотоны. Эффект Комптона.

##### **Боровская теория атома**

Закономерности в атомных спектрах. Модель атома Томсона. Опыты по рассеянию  $\alpha$ -частиц. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца. Правило квантования круговых орбит. Элементарная боровская теория водородного атома.

##### **Элементы квантовой механики**

Гипотеза де-Бройля. Волновые свойства вещества. Свойства микрочастиц. Принцип неопределённости. Уравнение Шрёдингера. Смысл волновой функции. Квантование энергии. Квантование момента импульса. Принцип суперпозиции. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Гармонический осциллятор.

##### **Физика атомов и молекул**

Атом водорода. Спектры щелочных металлов. Ширина спектральных линий. Мультиплетность спектров и спин электрона. Результирующий механический момент многоэлектронного атома. Магнитный момент атома. Эффект Зеемана. Электронный парамагнитный резонанс. Принцип Паули. Распределение электронов по энергетическим уровням атома. Периодическая система элементов Менделеева. Рентгеновские спектры. Энергия молекулы. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние света. Вынужденное излучение. Лазеры. Нелинейная оптика.

#### **5. Образовательные технологии**

Образовательные технологии: проблемного обучения, технология развития критического мышления.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: технологии смешанного обучения, мультимедиа технологии, технологии визуализации – презентационная графика.

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа студентов организуется в формах решения учебных задач, подготовки письменных отчётов о выполнении работ лабораторного практикума, подготовки ответов на теоретические вопросы, сопровождающие письменные отчеты о выполнении лабораторных работ.

Учебные задачи представлены в «Задачнике-практикуме по общей физике» под редакцией Н.В. Александрова, доступном в электронной библиотечной системе.



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

---

Методические указания к выполнению работ лабораторного практикума доступны на абонементе учебной литературы научной библиотеки ИвГУ и в лаборатории атомной и ядерной физики (кабинет № 221 первого учебного корпуса).

**7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Оценочные средства для проведения входного, текущего и итогового контроля: контрольные работы, письменный опрос, проверка домашних работ, проверка и защита отчётов о выполнении работ лабораторного практикума.

Контрольные работы проводятся в письменной форме по завершении изучения каждого второго раздела курса. Студентам предлагается в течение двух академических часов решить несколько учебных задач, правильное выполнение каждой из которых оценивается в один балл. Контрольная работа считается зачтённой в случае, если студент набрал более половины от максимально возможного количества баллов, предусмотренного при выполнении данной контрольной работы.

В начале каждого семинарского занятия проводится письменный опрос по материалу, изложенному на предшествующей данному занятию лекции. Студентам предлагается в течение пяти минут кратко ответить на два теоретических вопроса. Задание считается выполненным, если студент ответил хотя бы на один из двух предложенных вопросов.

Проверка тетрадей с решениями домашних заданий производится на каждом семинарском занятии. Домашнее задание считается выполненным, если студент решил более половины предложенных задач.

Защита отчётов о выполнении работ лабораторного практикума производится на каждом занятии лабораторного практикума. Студент должен представить письменный отчёт о проделанной работе, содержащий краткое теоретическое введение, описание экспериментальной установки и методики проведения эксперимента, результаты измерений, необходимые расчёты и графики, интерпретацию полученных результатов и выводы, соотнесённые с целью работы и полученными результатами. Работа считается зачтённой, если студент обнаружил знания по двум из трёх теоретических вопросов перечня вопросов к лабораторным работам.

Экзамен проводится в смешанной письменно-устной форме. Студенту предлагается три экзаменационных вопроса: два теоретических вопроса и одна задача. Студент получает отметку «удовлетворительно», если владеет понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, обнаруживает знания основных законов и формул атомной физики (неполные ответы на теоретические вопросы). Студент получает отметку «хорошо», если владеет понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, обнаруживает знания основных законов и формул атомной физики, применяет знания при решении учебных задач (неполные ответы на теоретические вопросы и решение задачи). Студент получает отметку «отлично», если владеет понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, обнаруживает знания основных законов и формул атомной физики, применяет знания при решении учебных задач (полные ответы на теоретические вопросы и решение задачи).

**8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

Основная литература:

1. Савельев, И.В. Курс общей физики / И.В. Савельев; под ред. Л.Л. Енковского. - Изд. 3-е, доп., перераб. - Москва: Наука, 1970. - Т. 3. Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. - 527 с. : ил.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483316>



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

---

2. Горбунова, О.И. Задачник-практикум по общей физике. Оптика. Атомная физика / О.И. Горбунова, А.М. Зайцева, С.Н. Красников; под ред. Н.В. Александрова. - Москва: Просвещение, 1977. - 112 с. : ил.; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477418>

Дополнительная литература:

1. Детлаф, А.А. Курс физики / А.А. Детлаф, Б.М. Яворский. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Москва: Высшая школа, 1979. - Т. 3. Волновые процессы. Оптика. Атомная и ядерная физика. - 512 с. : ил.; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477313>

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет»  
<https://uni.ivanovo.ac.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru);

<http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/ebs-universitetskaya-biblioteka>

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/polnotekstovye-resursy/elibnew>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser.

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории:

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;

- для проведения занятий семинарского типа, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения;

Лаборатория, оснащенная лабораторным оборудованием, комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения.

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: демонстрационное оборудование (модели, макеты, демонстрационные устройства и др.); электронные пособия-презентации, аудио-визуальные пособия (видеоматериалы).

**Автор рабочей программы дисциплины:** доцент, канд. техн. наук Железнов А.Г.



Основная профессиональная образовательная программа  
28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника  
(Материалы микро- и наносистемной техники)

---

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры фундаментальной физики и нанотехнологий 31 августа 2023 г., протокол № 1

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Согласовано:  
Руководитель ОП \_\_\_\_\_ А.И. Александров  
(подпись)

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Согласовано:  
Руководитель ОП \_\_\_\_\_ А.И. Александров  
(подпись)

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
Согласовано:  
Руководитель ОП \_\_\_\_\_ А.И. Александров.  
(подпись)

**Приложение 1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

**Приложение 2. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.**