

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1157153	Атомная физика

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Электроника и наноэлектроника 2. Приборостроение 3. Биотехнические системы и технологии 4. Ядерные физика и технологии 5. Наноинженерия	Код ОП 1. 11.03.04/33.01 2. 12.03.01/33.01 3. 12.03.04/33.01 4. 14.03.02/33.01 5. 28.03.02/33.01
Направление подготовки 1. Электроника и наноэлектроника; 2. Приборостроение; 3. Биотехнические системы и технологии; 4. Ядерные физика и технологии; 5. Наноинженерия	Код направления и уровня подготовки 1. 11.03.04; 2. 12.03.01; 3. 12.03.04; 4. 14.03.02; 5. 28.03.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мазуренко Владимир Гаврилович	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической физики и прикладной математики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Атомная физика

1.1. Аннотация содержания модуля

Базовый модуль «Атомная физика» содержит две дисциплины: «Теоретические основы атомной физики», «Практика атомной физики». Модуль посвящен изучению атомных и внутриатомных процессов и явлений. Излагаются важные понятия, положения и вопросы, относящиеся к атомной физике. Обсуждаются многие решающие эксперименты и гипотезы, приведшие к становлению современной физики. Рассматривается развитие атомистических представлений о веществе и излучении, освещаются вопросы, связанные с волновыми свойствами материи, теорией строения атома и основами квантовой механики. Оканчивается курс рассмотрением различных видов спектров: оптических, молекулярных, рентгеновских.

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Практика атомной физики	3
2	Теоретические основы атомной физики	4
ИТОГО по модулю:		7

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	1. Физика
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Основы теоретической физики

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Практика атомной физики	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания	З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний

	основных закономерностей развития природы, человека и общества	<p>У-2 - Определять конкретные пути решения задач профессиональной деятельности на основе фундаментальных естественнонаучных знаний</p> <p>П-1 - Работая в команде, формулировать и решать задачи в рамках поставленного задания, относящиеся к области профессиональной деятельности</p>
	ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	<p>З-2 - Характеризовать возможности доступной исследовательской аппаратуры для реализации предложенных приемов и методов решения поставленных прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>З-3 - Описать последовательность действий при обработке и интерпретации полученных результатов исследований и изысканий</p> <p>У-3 - Анализировать и объяснить полученные результаты исследований и изысканий</p> <p>П-1 - Подготовить и провести экспериментальные измерения, исследования и изыскания для решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p>
Теоретические основы атомной физики	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	<p>З-1 - Привести примеры основных закономерностей развития природы, человека и общества</p> <p>З-2 - Обосновать значимость использования фундаментальных естественнонаучных и философских знаний в формулировании и решении задач профессиональной деятельности знаний</p> <p>У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности</p> <p>Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде</p>
	ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для	З-1 - Изложить основные приемы и методы проведения исследований и изысканий, которые могут быть использованы для

	<p>решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>решения поставленных прикладных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Обосновать выбор приемов, методов и соответствующей аппаратуры для проведения исследований и изысканий, которые позволят решить поставленные прикладные задачи, относящиеся к профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Представить интерпретацию полученных результатов в форме научного доклада (сообщения)</p> <p>Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы</p>
--	---	---

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Практика атомной физики

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мазуренко Владимир Гаврилович	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической физики и прикладной математики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 10 от 11.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Мазуренко Владимир Гаврилович, Профессор, теоретической физики и прикладной математики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Развитие атомистических представлений о веществе	Экспериментальные доказательства дискретной структуры электрических зарядов, перенос электрического заряда в газах). Определение электрического заряда электрона. (Опыт Томсона. Опыт Милликена).
P2	Развитие атомистических представлений об излучении	Экспериментальная проверка законов теплового излучения: Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина. Проверка формул Рэлея-Джинса, формулы Планка и следствий, вытекающих из нее. Проверка законов внешнего фотоэффекта, уравнения Эйнштейна для фотоэффекта. Исследование вынужденного излучения, оптических генераторов.
P3	Строение атома и теория Бора	Экспериментальное исследование атомных спектров и их закономерностей. Постоянная Ридберга. Обобщенная формула Бальмера. Спектральные термы. Комбинационный принцип Риза. Квантовые постулаты Бора и их экспериментальное подтверждение. (Опыт Франка и Герца).

P4	Волновые свойства частиц	Экспериментальное подтверждение волновых свойств электрона
P5	Физические основы квантовой механики	Экспериментальное исследование прохождения частицы через потенциальный барьер. Изучение комбинационного рассеяния и изотопической структуры спектров
P6	Орбитальный, спиновый и полный механический и магнитный моменты электрона в атоме	Экспериментальное подтверждение спин-орбитального взаимодействия. Тонкая структура спектра.
P7	Рентгеновское излучение	Проверка закона Мозли, уравнения Лауэ. Практическое применение условия Вульфа-Брэгга.
P8	Структура и спектры сложных атомов	Исследование оптических спектров сложных атомов.
P9	Молекулярные спектры	Элементарное изучение особенностей молекулярных спектров. Квантование колебательных и вращательных уровней.
P10	Основы зонной теории полупроводников	Применение и свойства полупроводниковых фотоэлементов и туннельного диода.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ОПК-1 - Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Практика атомной физики

Электронные ресурсы (издания)

1. Сивухин, Д. В.; Общий курс физики : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2009; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82998> (Электронное издание)
2. , Ландсберг, Г. С.; Элементарный учебник физики Оптика. Атомная и ядерная физика : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2012; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82898> (Электронное издание)
3. Матышев, А. А.; Атомная физика : учебное пособие.; Издательство Политехнического университета, Санкт-Петербург; 2014; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=362983> (Электронное издание)
4. ; Оптика. Атомная физика : лабораторный практикум.; СКФУ, Ставрополь; 2015; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457493> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Савельев, И. В.; Курс общей физики : учеб. пособие для вузов : в 3 т. Т. 1. Механика. Молекулярная физика; Наука, Москва; 1987 (27 экз.)
2. Шпольский, Э. В.; Атомная физика : учеб. пособие для вузов : в 2 т. Т. 1. Введение в атомную физику; Наука, Москва; 1984 (36 экз.)
3. Матвеев, А. Н.; Атомная физика : Учеб. пособие для физ. спец. вузов.; Высшая школа, Москва; 1989 (94 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Кафедра атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники Отделения

ядерной физики физического факультета МГУ - <http://affp.phys.msu.ru/>

Образовательный сайт с информацией разных предметных областей для студентов - <https://studopedia.ru/fizika.php>

Физическая энциклопедия: В 5 т. Электронная публикация (Физическая энциклопедия OnLine) - <http://www.physicum.narod.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Электронно-библиотечная система «Юрайт» предоставляет доступ к

издательским коллекциям, включая как электронные версии книг

издательства, так и коллекции полнотекстовых файлов других издательств -

<https://www.biblio-online.ru/>

Электронно-библиотечная система издательства "Лань" предоставляет доступ к издательским коллекциям, включая как электронные версии книг издательства, так и коллекции полнотекстовых файлов других издательств - <http://lanbook.com/>
 Национальная библиографическая база данных научного цитирования (профессиональная база данных) - www.elibrary.ru

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Практика атомной физики

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лабораторные занятия	Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Matlab R2015a + Simulink

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теоретические основы атомной физики

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мазуренко Владимир Гаврилович	доктор физико- математических наук, профессор	Профессор	теоретической физики и прикладной математики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Физико-технологический

Протокол № 10 от 11.06.2021 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Мазуренко Владимир Гаврилович, Профессор, теоретической физики и прикладной математики

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Развитие атомистических представлений о веществе	Доказательства атомного строения вещества. (Закон Гей-Люсака, закона кратных отношений, закон Авогадро, экспериментальные доказательства дискретной структуры электрических зарядов, перенос электрического заряда в газах). Движение нерелятивистской заряженной частицы в постоянных и однородных электрическом и магнитном полях. Определение электрического заряда электрона. (Опыт Томсона. Опыт Милликена). Основы релятивистской динамики частицы. (Зависимость массы от скорости). Сила и импульс. Взаимосвязь между массой и энергией, импульсом и энергией).
P2	Развитие атомистических представлений об излучении	Виды излучения. Энергетические величины излучения. Интегральные и спектральные характеристики излучения. Тепловое равновесное излучение. Испускательная и поглощательная способности тела. Абсолютно черное тело. Законы теплового излучения: законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина. Формула Рэлея-Джинса. «Ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза квантов энергии. Формула Планка и следствия, вытекающие из нее. Явление внешнего фотоэффекта и его законы. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта и его экспериментальная проверка. Внутренний фотоэффект. Фотоны, их энергия, масса и импульс. Эффект Комптона.

P3	Волновые свойства частиц. Корпускулярно-волновой дуализм в световых явлениях.	Гипотеза де Бройля о двойственной корпускулярно-волновой природе частиц вещества и ее подтверждение. (Опыт Девиссона и Джермера). Свойства волн де Бройля. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
P4	Строение атома и теория Бора	Атомные спектры и их закономерности. Постоянная Ридберга. Обобщенная формула Бальмера. Спектральные термы. Комбинационный принцип Риза. Модель атома Томсона и ее неприменимость для описания линейчатых оптических спектров. опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Планетарная модель атома, ее проверка и ее недостатки. Квантовые постулаты Бора и их экспериментальное подтверждение. (Опыт Франка и Герца). Теория строения водородоподобных атомов по Бору. Учет движения ядра в теории Бора. Магнитные свойства атома в теории Бора. Недостатки теории Бора.
P5	Физические основы квантовой механики	Основные положения квантовой механики. (Волновая функция, ее нормировка, средние значения, операторы импульса и энергии). Волновое уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Применение квантовой механики к простейшим задачам о стационарных состояниях частицы. (Частица в прямоугольной потенциальной яме. Прохождение частицы через прямоугольный потенциальный барьер. Коэффициенты отражения и прозрачности). Квантовомеханическая теория атома. Электрон в водородоподобном атоме. Энергетический спектр электрона. Квантовые числа: главное, орбитальное и магнитное орбитальное.
P6	Орбитальный, спиновый и полный механический и магнитный моменты электрона в атоме	Орбитальный момент количества движения, магнитный орбитальный момент. Опыт Штерна и Герлаха. Собственный момент количества движения электрона (спин), магнитный спиновый момент. Спиновое и магнитное спиновые квантовые числа. Полный механический момент электрона, полный и эффективный магнитные моменты. Внутреннее и магнитное внутреннее квантовые числа. Фактор Ланде. Спин - орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра
P7	Структура и спектры сложных атомов	Определение энергетических состояний электронов в сложных атомах. Сложение моментов и типы связи электронов в атоме. Застройка электронных оболочек в атоме. Принцип Паули. Правило Хунда. Оптические спектры сложных атомов. Энергетические уровни и оптический спектр атома во внешнем постоянном магнитном поле. (Нормальный и аномальный эффект Зеемана, эффект Пашена-Бака).
P8	Молекулярные спектры	Элементарные сведения о строении молекул. Особенности молекулярных спектров. Квантование колебательных и вращательных уровней. Спектры поглощения и комбинационного рассеяния света
P9	Рентгеновское излучение	Открытие рентгеновских лучей. Рентгеновские спектры. Закон Мозли. Дифракция и интерференционное отражение рентгеновских лучей. Уравнение Лауэ. Условие Вульфа-Брэгга

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	профориентационная деятельность	Технология создания коллектива	ОПК-3 - Способен проводить исследования и изыскания для решения прикладных инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов	Д-1 - Проявлять заинтересованность в содержании и результатах исследовательской работы

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы атомной физики

Электронные ресурсы (издания)

1. Савельев, И. В.; Курс общей физики; Наука, Москва; 1970; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=494689> (Электронное издание)
2. Борн, М., М., Медведев, Б. В.; Атомная физика; Мир, Москва; 1965; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483255> (Электронное издание)
3. , Ландсберг, Г. С.; Элементарный учебник физики Оптика. Атомная и ядерная физика : учебное пособие.; Физматлит, Москва; 2012; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82898> (Электронное издание)
4. Матышев, А. А.; Атомная физика : учебное пособие.; Издательство Политехнического университета, Санкт-Петербург; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=362983> (Электронное издание)
5. Борн, М., М., Медведев, Б. В.; Атомная физика; Мир, Москва; 1965; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483255> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Савельев, И. В.; Курс общей физики : учеб. пособие для вузов : в 3 т. Т. 1. Механика. Молекулярная физика; Наука, Москва; 1987 (27 экз.)

2. Сивухин, Д. В.; Атомная и ядерная физика, ч. 1. Атомная физика : [учебное пособие для физических специальностей вузов.; Наука, Главная редакция физико-математической литературы, Москва; 1986 (177 экз.)
3. Гольдин, Л. Л.; Введение в квантовую физику; Наука, Москва; 1988 (11 экз.)
4. Шпольский, Э. В.; Атомная физика : учеб. пособие для вузов : в 2 т. Т. 1. Введение в атомную физику; Наука, Москва; 1984 (36 экз.)
5. Матвеев, А. Н.; Атомная физика : Учеб. пособие для вузов.; Высш. шк., Москва; 1989 (16 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

Электронно-библиотечная система «Юрайт» предоставляет доступ к издательским коллекциям, включая как электронные версии книг издательства, так и коллекции полнотекстовых файлов других издательств - <https://www.biblio-online.ru/>

Электронно-библиотечная система издательства "Лань" предоставляет доступ к издательским коллекциям, включая как электронные версии книг издательства, так и коллекции полнотекстовых файлов других издательств - <http://lanbook.com/>

Физическая энциклопедия: В 5 т. Электронная публикация (Физическая энциклопедия OnLine) - <http://www.physicum.narod.ru>

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Кафедра атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники Отделения ядерной физики физического факультета МГУ - <http://affp.phys.msu.ru/>

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования - <http://window.edu.ru/>

Образовательный сайт с информацией разных предметных областей для студентов - <https://studopedia.ru/fizika.php>

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретические основы атомной физики

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство Подключение к сети Интернет	Mathematica 6.0.1 Educational Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM