

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**

---

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯЭ О.Н. Шишова

**АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**«Квантовая и атомная физика»**

Разработчик	Кафедра "Проектирование и эксплуатация АЭС"
Направление (специальность) подготовки	14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг
Наименование ООП	14.05.02_01 Проектирование и эксплуатация атомных станций
Квалификация (степень) выпускника	<b>инженер-физик</b>
Образовательный стандарт	<b>СУОС СПбПУ</b>
Форма обучения	<b>Очно-заочная</b>

Руководитель ОП А.В. Ельшин

Соответствует СУОС СПбПУ  
Утверждена протоколом заседания  
кафедры "ПиЭАЭС"  
от «08» мая 2018 г. № 12

Аннотацию разработал:

Заведующий кафедрой, д.т.н., с.н.с. А.В. Ельшин

## Цели освоения дисциплины

Целью преподавания учебной дисциплины «Квантовая и атомная физика» является ознакомление студентов с современными представлениями о микромире, с макроскопическими проявлениями его свойств и с методами выявления и изучения возникающих при этом закономерностей. При преподавании учебной дисциплины «Квантовая и атомная физика» ставятся следующие задачи: - ознакомить студентов с математическим аппаратом современной теоретической физики; - обучить студентов основам нерелятивистской квантовой механики; - дать примеры применения полученных знаний к описанию поведения некоторых важнейших модельных физических систем, таких, как квантовомеханический гармонический осциллятор, частица, находящаяся в потенциальной яме, свободная частица, классический и квантовый идеальный и реальный газы, электронных газ в металле – и других; - дать студентам опыт получения содержательных выводов из математических результатов, полученных при решении конкретных физических задач; - развить у студентов аналитическое мышление и общую физико-математическую культуру.

## Результаты обучения выпускника

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
ОПК-1	Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ИД-1 ОПК-1	Применяет соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач в области общей физики

## Планируемые результаты изучения дисциплины

### знания:

- Знает основные закономерности физико-математического аппарата в области общей физики

### умения:

- Умеет применять методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач в области общей физики

**навыки:**

- Владеет навыками интерпретации результатов исследований для решения профессиональных задач в области общей физики

## Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоемкость по семестрам
	Очно-заочная форма
Лекционные занятия	16
Практические занятия	16
Самостоятельная работа	121
Часы на контроль	27
Общая трудоемкость освоения дисциплины	180, ач
	5, зет

## Формы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Количество по семестрам
	Очно-заочная форма
Промежуточная аттестация	
Экзамены, шт.	1

## Содержание разделов и результаты изучения дисциплины

Раздел дисциплины	Содержание
<b>1. Введение. Корпускулярные свойства электромагнитных волн.</b>	Специфика законов микромира. Круг явлений, описываемых атомной физикой. Корпускулярные свойства электромагнитных волн. Открытие фотоэффекта. Противоречие законов фотоэффекта законам классической физики. Импульс фотона. Томсоновское рассеяние. Рассеяние света с корпускулярной точки зрения. Эффект Комптона.
<b>2. Волновые свойства микрочастиц.</b>	Волновые свойства микрочастиц. Дифракционный опыт и квантовое поведение электронов. Явление квантовой интерференции. Опыты Дэвидсона и Джермера. Гипотеза Луи де Бройля. Уравнения де Бройля. Уравнения Гельмгольца и Шредингера для волн де Бройля. Необходимость вероятностной интерпретации квантовых явлений.
<b>3. Дискретность атомных состояний.</b>	Классическая теория излучения черного тела. Дискретность атомных состояний. Атомные спектры. Экспериментальные закономерности в линейчатых спектрах. Несовместимость закономерностей излучения с классическими представлениями. Магнитные свойства атомов. Опыты Штерна и Герлаха. Открытие спина электрона. Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Модель атома Бора.
<b>4. Квантовомеханическое описание атомных систем. Математический аппарат квантовой механики</b>	Дифракция электронов. Корпускулярно-волновой дуализм. Математический аппарат квантовой механики. Линейные операторы и действия над ними. Собственные значения и собственные функции линейных операторов. Самосопряженные (эрмитовы) операторы. Свойство ортогональности собственных функций эрмитовых операторов. Случай вырождения. Разложение по ортогональным функциям.

<p><b>5. Физические основы квантовой механики. Основные понятия и положения квантовой механики.</b></p>	<p>Основные понятия и положения квантовой механики. Дискретность значений физических величин. Соотношения неопределенностей. Постулаты квантовой механики. Вероятностный характер закономерностей микромира. Состояния и наблюдаемые в квантовой механике. Состояния микросистем и волновая функция. Квантовомеханический принцип суперпозиции. Квантовомеханические наблюдаемые (динамические переменные) и самосопряженные операторы. Возможные значения наблюдаемых и их вероятность, среднее значение наблюдаемых. Коммутаторы операторов. Условия совместной измеримости наблюдаемых. Принцип неопределенностей Гейзенберга. Полный набор наблюдаемых. Матрица плотности. Операторы координат и импульса. Гамильтониан для частицы и для системы частиц.</p>
<p><b>6. Динамические уравнения и законы сохранения.</b></p>	<p>Динамические уравнения и законы сохранения. Стационарное уравнение Шредингера. Принцип причинности в квантовой механике. Стационарные состояния, их свойства. Уравнение Шредингера. Изменение во времени средних значений наблюдаемых. Теоремы Эренфеста. Связь квантовой механики с классической механикой. Вектор плотности потока вероятностей.</p>
<p><b>7. Одномерные задачи квантовой механики. (Элементарные применения квантовой механики на примере одномерного движения частицы)</b></p>	<p>Одномерные задачи квантовой механики. (Элементарные применения квантовой механики на примере одномерного движения частицы) Одномерное движение. Общие свойства одномерного движения микрочастицы. Движение свободной частицы, волны де Бройля. Задача о частице в потенциальной яме. Потенциальный порог и потенциальный барьер. Туннельный эффект. Линейный гармонический осциллятор. Уровни энергии и волновые функции линейного гармонического осциллятора.</p>
<p><b>8. Движение в центрально-симметричном поле. (Момент количества движения. Движение в сферически-симметричном поле). Приближенные методы решения уравнения Шредингера.</b></p>	<p>Момент количества движения. Движение в сферически-симметричном поле. Общие свойства движения в центрально-симметричном поле, законы сохранения. Операторы орбитального момента импульса. Собственные значения и собственные функции оператора орбитального момента. Свойства момента импульса в квантовой механике. Радиальное уравнение Шредингера. Водородоподобный атом, его энергетический спектр. Стационарные состояния атома водорода и их классификация с помощью квантовых чисел. Волновые функции электрона в атоме водорода. Приближенные методы решения уравнения Шредингера.</p>

<b>9. Спин электрона (Принцип тождественности частиц)</b>	Принцип тождественности частиц. Опыт Штерна и Герлаха. Волновая функция электрона с учетом спина. Орбитальный, спиновый и полный момент электрона. Системы тождественных частиц. Принцип тождественности частиц. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Бозоны и фермионы, принцип Паули для фермионов.
<b>10. Многоэлектронные атомы и молекулы</b>	Многоэлектронные атомы и молекулы. Атом гелия. Приближенные методы квантовой механики. Стационарная теория возмущений. Мультиплетность состояний. Обменная энергия. Ортогелий и парагелий. Понятие о методе самосогласованного поля. Классификация состояний электронов в атоме. Периодическая система элементов. Атом во внешнем поле (эффект Зеемана и магнитный момент атома).
<b>11. Элементы теории излучения</b>	Элементы теории излучения. Атом в поле электромагнитной волны. Вероятности оптических переходов в атоме. Возмущения, зависящие от времени. Излучение и поглощение света атомами. Правила отбора для излучения и поглощения света атомом. Соотношения неопределенностей для энергии и времени. Естественная ширина энергетических уровней.