



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**ФГБОУ ВПО «ИГУ»**

Кафедра экспериментальной физики



РЕКОМЕНДУЮ

к работе

проф. Рябчиков В.В.

\_\_\_\_\_ 2014 \_\_ г.

**Рабочая программа дисциплины**

Код дисциплины Б3.В 0Д6

Наименование дисциплины Общий физический практикум. АТОМНАЯ ФИЗИКА

Рекомендуется для направлений подготовки

11200.62 ФИЗИКА, профиль медицинская физика, солнечно-земная физика

Степень (квалификация) выпускника бакалавр

Согласовано с УМК факультета (института)

Протокол № 32 от «15» мая 2014 г.  
Председатель \_\_\_\_\_

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 9  
От «29» апреля 2014 г.

Зав. кафедрой Раджабов Е.А.  
(ФИО) \_\_\_\_\_

Иркутск 2014 \_\_ г.

## Содержание

	стр.
1. Цели и задачи дисциплины (модуля)	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП.	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	3
4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы	4
5. Содержание дисциплины (модуля)	
5.1 Содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	4
5.2 Разделы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (модулями)	5
5.3 Разделы и темы дисциплин (модулей) и виды занятий	6
6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ.	7
7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии)	7
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) :	
а) основная литература;	7
б) дополнительная литература;	8
в) программное обеспечение;	8
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	8
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).	8
10. Образовательные технологии	8
11. Оценочные средства. (ОС).	9

**1. Цели и задачи дисциплины :** Целью является создание фундаментальной базы знаний о природе атома, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение данного раздела физики в рамках цикла курсов по теоретической физике и специализированных курсов. Неотъемлемой частью курса является **Общий Физический практикум**. Его **главные задачи:**

-Научить применять теоретический материал к анализу конкретных физических ситуаций, экспериментально изучить основные закономерности, оценить порядки изучаемых величин, определить точность и достоверность полученных результатов.

- Ознакомить с современной измерительной аппаратурой и принципом ее действия; с основными принципами автоматизации и компьютеризации процессов сбора и обработки физической информации; с основными элементами техники безопасности при проведении экспериментальных исследований. Часть задач практикума (лабораторные работы) посвящены количественному изучению тех явлений, которые демонстрировались на лекциях в качественном эксперименте.

Общее число задач практикума (лабораторных работ) определяется кафедрой в соответствии с учебным планом и содержанием настоящей программы.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП: . Место дисциплины в учебном плане и общая трудоемкость**

Курс **Общий физический практикум. АТОМНАЯ ФИЗИКА** является одним из основных в современной подготовке студентов по профилю “медицинская и солнечно-земная физика” Для студентов этой специальности предусматривается углубленное изучение атомной спектроскопии. Перед ними поставлена задача: научиться осуществлять измерение состава твердых тел и концентрационных профилей по основным и примесным компонентам методом атомной спектроскопии. Они выполняют лабораторную работу “Основы спектрального анализа”.

Курс базируется на следующих предметах: Электричество и магнетизм, математический анализ, теоретическая механика, квантовая физика.

Общая трудоемкость дисциплины – 2 зачетных единицы.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля):**

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование следующих компетенций:

**Общекультурные компетенции (ОК):** ОК-1, ОК-5, ОК-18, ОК-20, ОК-21

**Профессиональные компетенции (ПК):** ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** \_\_\_ основы атомной физики

**Уметь:** \_ использовать математический аппарат для освоения теоретических основ и практического использования физических методов.

**Владеть:** \_\_\_ навыками использования экспериментальных методов для решения физических задач.

#### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы (разделяется по формам обучения)

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц	Семестры			
		5			
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	72/2	72/2			
В том числе:	-	-	-	-	-
Лекции					
Практические занятия (ПЗ)					
Семинары (С)					
Лабораторные работы (ЛР)	56	56			
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	14	14			
В том числе:	-	-	-	-	-
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы	10	10			
Тесты	4	4			
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Вид промежуточной аттестации (зачет)	2	2			
Общая трудоемкость	часы	436	436		
	зачетные единицы	12	12		

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов и тем дисциплины (модуля). Все разделы и темы нумеруются.

##### Тема 1. Электрон, его заряд и масса

Открытие электрона. Определение заряда. Опыт Милликена. Движение электрона в электрическом и магнитном полях. Экспериментальные методы определения удельного заряда. Фокусировка и монохроматизация пучков заряженных частиц. Зависимость массы электрона от его скорости.

##### Тема 2. Атомы. Изотопы.

Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Определение истинных масс атомов. Метод парабол. Масс-спектрографы. Масс-спектрометры и масс-спектрографы с двойной фокусировкой. Массы и процентное содержание изотопов. Разделение изотопов с помощью методов, основанных на диффузии и электромагнитных методов. Получение тяжелого изотопа водорода и тяжелой воды.

### **Тема 3. Ядерное строение атома**

Эффективное сечение для рассеяния частиц. Зондирование атома электронами. Свойства  $\alpha$ -частиц. Экспериментальная проверка формулы Резерфорда. Определение заряда ядра.

### **Тема 4. Классическая механика и строение атома.**

Атомные модели. Закон сохранения энергии в механике. Потенциальные кривые. Закон сохранения импульса. Линейный гармонический осциллятор. Комплексное представление колебаний. Разложение в спектр. Центральные силы. Кинетическая энергия в полярных координатах. Движение в центральном поле.  $\alpha$ -частица в поле ядра. Приведенная масса. Обобщенные координаты. Состояние системы. Функция Лагранжа. Обобщенные импульсы. Физический смысл функции Гамильтона. Циклические координаты. Законы сохранения. Движение в электромагнитном поле. Основы релятивистской динамики частицы. О связи между массой и энергией.

### **Тема 5. Классическая теория электромагнитного излучения.**

Элементарные центры испускания света. Электромагнитное излучение линейного осциллятора. Затухание колебаний. Естественная ширина спектральных линий. Планетарная модель атома. Орбитальный магнитный момент и теорема Лармора. Эффект Зеемана.

### **Тема 6. Уровни энергии атомов.**

Планетарная модель атома и квантовые постулаты Бора. опыты Франка и Герца. Упругие соударения. Определение ионизационных потенциалов. Излучение возбужденных атомов. Спонтанное испускание. Поглощение и вынужденное испускание. Свойства индуцированного испускания. Генераторы света.

### **Тема 7. Спектральные серии и уровни энергий водородного атома.**

Серия Бальмера, Лаймана и Пашена. Обобщенная формула Бальмера. Спектральные термы. Квантование круговых орбит. Теория Бора. Диаграммы уровней энергии.

### **Тема 8. Уравнение Шредингера**

Уравнение Шредингера и физический смысл его решений. Отражение и прохождение через потенциальный барьер. Потенциальный барьер конечной толщины. Частица в потенциальной яме. Линейный гармонический осциллятор.

### **5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми**

**(последующими) дисциплинами**

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)								
		6	8							
1.	Квантовая механика	6	8							
2.	Физика твердого тела	1	2	3	4					
3.	Основы электроники	1	2	4						

### 5.3. Разделы и темы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Наименование темы	Виды занятий в часах					
			Лекц.	Практ. зан.	Семина	Лаб. зан.	СРС	Всего
1.	Электрон, его заряд и масса.	Определение удельного заряда электрона.				7	2	9
2.	Ядерное строение атома	Опыт Резерфорда.				7	2	9
3.	Классическая теория электромагнитного излучения.	Эффект Зеемана				7	2	9
4.	Уровни энергии атомов.	Генераторы света. Спектры поглощения и люминесценции рубина.				14	2	16
5.	Спектральные серии и уровни энергий водородного атома и атомов щелочного металла	Сериальные закономерности в атоме водорода. Изотопический сдвиг.				14	4	18
6.	Уравнение Шредингера	Электрон в одномерной потенциальной яме.				7	2	9

### 6. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины (модуля)	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1.	<b>Тема 8</b>	Стационарное уравнение Шредингера. Электрон в одномерной потенциальной яме.	4	Деловые игры	ОК-1 ПК-1
2.	<b>Тема 3</b> <b>Тема 4</b>	1.Изучение движения заряженных частиц. 2. Опыт Резерфорда	8	Тесты	ОК-5
3.	<b>Тема 7</b>	1. Спектральные закономерности атома водорода и его изотопов.	4	Ситуационные задачи	ОК-18
4	<b>Тема 6</b> <b>Тема 2</b>	1. Изучение спектров атомов щелочных металлов. 2. Структура молекулярных спектров. 3. Основы спектрального анализа. 4. Сериальные закономерности алюминия.	18	тренинги	ОК-20 ПК-2
5.	<b>Тема 5</b> <b>Тема 1</b>	1. Эффект Зеемана. 2. Тонкая структура спектральных линий 1.Изучение спектрального состава излучения He-Ne лазера.	12	тесты	ОК-21 ПК-3
6.	<b>Тема 6</b>	1. Спектры поглощения и люминесценции рубина	8	Билеты к зачету	ПК-4
7	<b>Тема 5</b>	1. Определение постоянной Стефана-Больцмана с помощью пирометра с исчезающей нитью	3	тесты	ПК-1

7. Примерная тематика курсовых работ (проектов) (при наличии) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ не предусматривается \_\_\_\_\_

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

а) основная литература

1. Д.В. Сивухин. Атомная и ядерная физика. Т.5. Изд-во физ.мат. лит., М. 2002.
2. Методические указания к выполнению лабораторных работ находятся на сайте: <http://isu.ru>
3. В.П. Милантьев. Физика атома и атомных явлений. Изд-во ВШ, 2010.

б) дополнительная литература

1. Атомная физика. Методическое пособие к лабораторным работам. Изд-во НГУ. – Новосибирск.-2005.-С.167.
2. С.А. Маскевич. Атомная физика. Практикум по решению задач М.: ВШ.-2010, 455С.

в) программное обеспечение \_\_\_\_ Origin, Grafula, Excel.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы \_\_ Читальный электронный зал “Библиотех\_” \_\_\_\_\_

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля):

**Оборудование:** 1 Изучение движения заряженных частиц (компьютерное моделирование, персональный компьютер).

2. Стационарное уравнение Шредингера, частица в одномерной потенциальной яме (компьютерное моделирование, персональный компьютер).

3. Опыт Резерфорда (компьютерное моделирование, персональный компьютер).

4. Изучение простого и сложного эффектов Зеемана (газоразрядная лампа ДРШ, электромагнит, спектрограф ИСП-51, ПЗС-камера (TGE-1304-U) и регистрация сигнала на ноутбуке.

5. Исследование спектров поглощения и люминесценции рубина (спектрофотометр MPS-50L, лазер ЛТИПЧ-8, спектральная установка на базе НИИПФ)

6. Изучение сериальных закономерностей в спектре водорода и его изотопов (гонометр ГС-5, водородная и дейтеревая лампы)

7. Изучение спектрального состава гелий-неонового лазера (компоратор, гелий-неоновый лазер, спектрограф)

8. Основы спектрального анализа (Спектральные приборы ИСП-22, ИСП-28. Генераторы дугового разряда ДГ-2 и искрового разряда ИГ-3. Микроденситометр MD-100. Стилоскоп СЛ-11. )

8. Изучение спектров атомов щелочных металлов ( монохроматор УМ-2, лампы натриевая и ртутная ДРК-120)

9. Тонкая структура спектральных линий (гонометр ГС-5, лампа натриевая)

10. Структура молекулярных спектров (спектрограф ИСП-51, ртутная лампа ДРК-120, лампа накаливания, кювета-печь с йодом).

11. Пирометр ЛОП-72, источник питания АТН-2335, источник питания постоянного тока Б5-43, Вольтамперметр цифровой В7-40,1.

**Материалы:** Алюминий, йод, натрий, водород, дейтерий, ртуть, фотопластинки.

## 10. Образовательные технологии:

Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы:



2. Проведение занятий в интерактивной форме, например лабораторная работа “Стационарное уравнение Шредингера. Электрон в одномерной потенциальной яме.” В форме ролевых игр, например, лабораторная работа “Спектральные закономерности атома водорода и его изотопов.” Разбор конкретных ситуационных задач, например, лабораторная работа “Тонкая структура спектральных линий” и др. Мастер-классы проходят в виде участия студентов в Международной школе по люминесценции и лазерной физике.

### **11. Оценочные средства (ОС):**

11.1. Оценочные средства для входного контроля ( в виде тестов с закрытыми или открытыми вопросами).

11.2. Оценочные средства текущего контроля формируются в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе университета (в виде тестов, ситуационных задач) и др. Назначение оценочных средств ТК - выявить сформированность компетенций – ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ОК-1, ОК-5, ОК-18, ОК-20, ОК-21.

**Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, а также для контроля самостоятельной работы студента по отдельным разделам дисциплины.**

#### **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.

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.

#### **Волновые свойства частиц**

Корпускулярно-волновой дуализм в световых явлениях.

Гипотеза де Бройля о двойственной корпускулярно-волновой природе частиц вещества и ее подтверждение.

Свойства волн де Бройля.

Соотношение неопределенностей Гейзенберга.

#### **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.

### **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 потенциальный барьер. Коэффициенты отражения и прозрачности).

Квантово-механическая теория атома. Электрон в водородоподобном атоме.

Энергетический спектр электрона. Квантовые числа: главное, орбитальное и магнитное орбитальное.

### **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 спиновое 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.

### **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).

### Молекулярные спектры

Элементарные сведения о строении молекул. Особенности молекулярных спектров. Квантование колебательных и вращательных уровней.

Спектры поглощения и комбинационного рассеяния света.

### 11.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (в форме зачета).

*Перечень основных понятий и определений:*

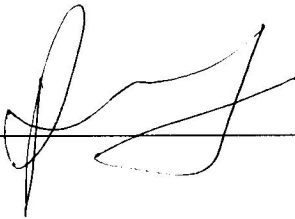
Серийная формула Бальмера-Ритца. Постоянная Ридберга. Квантовые числа. Уравнение Шредингера. Поиск дозволённых собственных значений энергии электрона. Схема термов с учетом четырех квантовых чисел. Спин-орбитальное взаимодействие. Физический смысл постоянной тонкой структуры. Принцип Франка-Кондона и его следствия. Классическая электронная теория Лоренца. Эффект Зеемана. Частота Лармора. Естественная ширина спектральной линии. Доплеровское, Лоренцовское, резонансное, Штарковское уширение. Квантовое усиление света. Состояние инверсной заселенности. Добротность резонатора лазера и коэффициент энергетических потерь.

#### Разработчики:

 \_\_\_\_\_     
 доцент \_\_\_\_\_     
 Л.И. Щепина \_\_\_\_\_  
 (подпись)                                     
 (занимаемая должность)                                     
 (инициалы, фамилия)

Программа рассмотрена на заседании кафедры экспериментальной физики

\_\_\_\_\_ (наименование)  
 « 29 » апреля 2014 г.

Протокол № 9      Зав. кафедрой  \_\_\_\_\_ Раджабов Е.А.