

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.О.18.03 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА**

---

**Квантовая механика**

---

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.03.02 Физика

---

Направленность (профиль)

03.03.02.33 Фундаментальная и прикладная физика

---

Форма обучения

очная

---

Год набора

2022

---

Красноярск 2022

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Программу составили \_\_\_\_\_

д.ф.-м.н., профессор, А.С.Федоров

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью преподавания данной дисциплины является:

- сформировать правильное понимание явлений атомной и ядерной физики, физики элементарных частиц.
- обучить студентов основному математическому аппарату квантовой теории;
- сформировать умения и навыки решения квантово-механических задач из различных областей физики;
- подготовить студентов к дальнейшему самообразованию и применению полученных знаний в научно-исследовательской деятельности.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен приобрести знания, умения и навыки, необходимые для его профессиональной деятельности по направлению 03.03.02 «Физика», в частности:

- сформировать представление о теоретических и практических проблемах решения квантово-механических задач;
- овладеть основными понятиями и математическими методами квантовой теории;
- сформировать навык и умение выбора оптимальной методики решения поставленной квантово-механической задачи;
- использовать полученные знания при проведении научных исследований

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;</b>	
ОПК-1.1: Демонстрирует владение фундаментальными законами природы; основными физическими и математическими методами накопления, передачи и обработки информации	основные понятия и формулы квантовой механики решать типовые задачи квантовой механики основными методами решения задач квантовой механики
ОПК-1.2: Применяет полученные знания для решения задач теоретического и прикладного характера	математический аппарат квантовой механики применять полученные знания в области квантовой механики в своей профессиональной области навыками решения квантово-механических задач из различных областей физики

ОПК-1.3: Использует базовые экспериментальные и	теоретические и практические проблемы решения квантово-механических задач
теоретические методы исследований	выбрать оптимальную методику решения поставленной квантово-механической задачи  способностью использовать полученные знания при проведении научных исследований

#### **1.4 Особенности реализации дисциплины**

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Сем естр	
		1	2
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>4 (144)</b>		
занятия лекционного типа	2 (72)		
практические занятия	2 (72)		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2 (72)</b>		
курсовое проектирование (КП)	Нет		
курсовая работа (КР)	Нет		
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Контактная работа, ак. час.							
		Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Математические основы квантовой механики</b>									
	1. Теория линейных операторов	4							
	2. Теория представлений	2							
	3. Координатное, импульсное и энергетическое представления	2							
	4. Квантовые состояния. Бра-, кет-вектора. Базис.			2					
	5. Теория представлений			2					
	6.							12	
<b>2. Волновое уравнение Шредингера</b>									
	1. Решение уравнения Шредингера для простых одномерных задач (свободное движение, одномерная и сферическая потенциальная яма	6							
	2. Общие свойства одномерного движения. Дискретный и непрерывный спектр	2							

3. Решение уравнения Шредингера для линейного осциллятора	4							
4. Квазиклассическое движение	4							
5. Представление Гейзенберга			2					
6. Уравнение Шредингера			2					
7. Одномерное уравнение Шредингера			2					
8. Потенциальная яма			2					
9. Принцип неопределенности Гейзенберга. Волновой пакет.			2					
10. Рассеяние на потенциальном барьере			2					
11. Гармонический осциллятор			2					
12. Гармонический осциллятор. Представление Фока.			2					
13. Уровни Ландау.			2					
14. Квантовый ротатор			2					
15.							12	
<b>3. Теория углового момента и водородоподобного</b>								
1. Теория углового момента- общая формулировка	2							
2. Решение уравнения Шредингера для водородоподобного атома	4							
3. Алгебра операторов момента количества движения.			2					
4. Атом водорода			2					
5.							6	
<b>4. Стационарная и нестационарная теория возмущений</b>								
1. Общие основы теории возмущений, стационарная теория возмущений	2							
2. Нестационарная теория возмущений	2							

3. Теория возмущений для периодических возмущений	2							
4. Стационарная теория возмущений. Невырожденный спектр энергий			2					
5. Стационарная теория возмущений. Вырожденный спектр энергий.			2					
6. Нестационарная теория возмущений. Внезапные изменения.			2					
7. Периодическое возмущение. Время жизни.			2					
8.							6	
<b>5. Основы релятивистской квантовой механики</b>								
1. Основы релятивистской квантовой механики. Уравнения Клебша-Гордона и Дирака. Спинорное представление атомных функций	4							
2. Релятивистские уравнения. Спиновые функции			2					
3. Сложение моментов. Спиновые состояния.			4					
4.							4	
<b>6. Атом во внешнем магнитном поле. Сложение угловых моментов и тонкая структура водородных уровней</b>								
1. Атом во внешнем магнитном поле. Магнитный момент электрона в атоме. Теория спина Паули	4							
2. Собственный магнитный момент электрона. Нормальный эффект Зеемана	2							
3. Релятивистские взаимодействия в атоме водорода. Спин-орбитальное взаимодействие. Теория тонкой структуры уровней. Аномальный эффект Зеемана. Эффект Пашена-Бака	4							
4. Сложение моментов. Обменное взаимодействие			2					
5. Тонкая структура атомных уровней			2					



6. Сложение моментов. Спин-орбитальное взаимодействие			2					
7. Сложение моментов. Спин-орбитальное взаимодействие.			2					
8. Парамагнитный резонанс.			2					
9.							8	
<b>7. Квантовая механика многочастичных систем</b>								
1. Квантовая механика многочастичных систем. Система тождественных частиц. Бозоны и фермионы	2							
2. Детерминант Слэтера. Принцип Паули. Понятие о методе вторичного квантования	2							
3. Атом гелия. Основное состояние гелия в первом порядке теории возмущений. Синглетные и триплетные состояния гелия. Обменная энергия	2							
4. Квантовомеханическая теория периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Теория химической связи. Вариационный метод Ритца. Ион молекулы водорода. Молекула водорода	2							
5. Методы Хартри и Хартри-Фока расчетов молекул и твердых тел	4							
6. Системы многих частиц. Статистика. Фермионы и бозоны.			2					
7. Вариационный метод			2					
8. Вариационный метод. Атом гелия			2					
9. Возбужденные состояния атома гелия			2					
10. Расчеты молекул.			2					
11. Теория Томаса-Ферми			2					

12. Методы Хартри и Хартри-Фока			4					
13.							8	
<b>8. Полуклассическая теория излучения</b>								
1. Полуклассическая теория излучения. Нестационарная теория возмущений	2							
2. Атомные переходы под влиянием периодического по времени возмущения. Золотое правило Ферми	2							
3. Дипольное излучение и поглощение электромагнитного поля. Спонтанное излучение. Время жизни квантового состояния. Правила отбора при дипольных переходах	2							
4. Теория излучения и поглощения света			2					
5.							8	
<b>9. Элементы квантовой электродинамики</b>								
1. Элементы квантовой электродинамики. Неприемлемость классической волновой картины. Квантование свободного электромагнитного поля	2							
2. Полевые операторы. Взаимодействие атома с квантованным электромагнитным полем. Вероятность радиационного распада.	2							
3. Элементы квантовой электродинамики			2					
4.							8	
Всего	72		72				72	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

1. Сербо В. Г., Хриплович И. Б. Квантовая механика: учебное пособие (Новосибирск: Новосибирский университет [НГУ]).
2. Фок В. А. Начала квантовой механики(Москва: УРСС(URSS)).
3. Федоров А. С., Николаев С. В., Макаров И. А., Тегай С. Ф. Квантовая механика: учебно-методическое пособие для семинарских занятий и самостоятельной работы [для студентов спец. 010700.62 "Физика"] (Красноярск: СФУ).
4. Галицкий В. М., Карнаков Б. М., Коган В. И. Задачи по квантовой механике: учебное пособие для физических специальностей высших учебных заведений(Москва: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит.).
5. Леванюк А. П. Фейнмановские лекции по физике. Задачи и упражнения с ответами и решениями: перевод с английского(Москва: Мир).
6. Блохинцев Д. И. Квантовая механика. Лекции по избранным вопросам: учебное пособие для студентов физических специальностей университетов(Москва: Атомиздат).
7. Дайсон Ф., Смирнова Е. Н., Ширков Д. В. Релятивистская квантовая механика(Москва: Институт компьютерных исследований).
8. Юрова И. Ю. Памяти М. Н. Адамова. Квантовая механика атомов, молекул, расчеты поляризуемостей. Статьи. Воспоминания(Санкт-Петербург: ВВМ).
9. Краснопевцев Е.А. Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела: учеб. пособие(Новосибирск: Изд-во НГТУ).
10. Тахтаджян Л. А., Славнов С. А., Славнов А. А. Квантовая механика для математиков(Москва: Регулярная и хаотическая динамика).
11. Федоров А. С., Николаев С. В., Макаров И. А., Тегай С. Ф. Квантовая механика: учебно-методическое пособие для семинарских занятий и самостоятельной работы [для студентов спец. 010704.65 «Физика конденсированного состояния вещества»](Красноярск: СФУ).
12. Федоров А.С., Николаев С.С. Квантовая механика: [учеб-метод. материалы к изучению дисциплины для ...03.03.02 Физика, 03.03.02.01 Фундаментальная физика, 03.03.02.07 Биохимическая физика, 14.03.02 Ядерная физика и технологии, 16.03.01 Техническая физика, 28.03.01.02 Материалы микро- и наносистемной техники](Красноярск: СФУ).

### **4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Microsoft Office 2007 (или выше).
2. Adobe Reader.

### **4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Доступ к библиотечному фонду (см. сайт СФУ, раздел «Библиотека», <http://bik.sfu-kras.ru/>)

### **5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

### **6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Занятия проводятся в учебных аудиториях для занятий лекционного и семинарского типа. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.