

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Кафедра теоретической физики и
волновых явлений
(ТФВЯ_ИИФР)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кафедра теоретической физики и
волновых явлений (ТФВЯ_ИИФР)

наименование кафедры

профессор С.Г.Овчинников

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА
КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА**

Дисциплина Б1.Б.12.03 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА
Квантовая механика

Направление подготовки / 03.03.02 Физика Профиль 03.03.02.07
специальность Биохимическая физика

Направленность
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2018

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

030000 «ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 03.03.02 Физика Профиль 03.03.02.07 Биохимическая физика

Программу составили д.ф.-м.н., профессор, А.С.Федоров

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

ОПК-3: способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	
Уровень 1	Математические основы квантовой механики
Уровень 2	Волновое уравнение Шредингера
Уровень 3	Основы релятивистской квантовой механики
Уровень 1	Решать уравнение Шредингера для простых одномерных задач
Уровень 2	Решать задачи для центрально-симметричного потенциала
Уровень 3	Решать задачи квантовой механики многочастичных систем
Уровень 1	Математическими методами решения одномерных задач

Уровень 2	Методами решения задач для сложных потенциалов
Уровень 3	Методами решения задач квантовой механики много частичных систем

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Перечень основных дисциплин, усвоение которых необходимо студентам для изучения данной дисциплины:

Теоретическая механика
Дифференциальные и интегральные уравнения
Математический анализ
Линейная алгебра. Аналитическая геометрия
Механика

Основные положения курса «Квантовая механика» являются базовыми для изучения дисциплин:

Статистическая физика
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
Преддипломная практика

1.5 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)	Семестр	
		6	7
Общая трудоемкость дисциплины	7 (252)	3 (108)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	4 (144)	2 (72)	2 (72)
занятия лекционного типа	2 (72)	1 (36)	1 (36)
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары			
практические занятия	2 (72)	1 (36)	1 (36)
практикумы			
лабораторные работы			
другие виды контактной работы			
в том числе: групповые консультации			
индивидуальные консультации			
иная внеаудиторная контактная работа:			
групповые занятия			
индивидуальные занятия			
Самостоятельная работа обучающихся:	2 (72)	1 (36)	1 (36)
изучение теоретического курса (ТО)			
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)			
реферат, эссе (Р)			
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Зачёт) (Экзамен)	1 (36)		1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Математические основы квантовой механики	8	4	0	12	ОПК-3
2	Волновое уравнение Шредингера	16	20	0	12	ОПК-3
3	Теория углового момента и водородоподобного	6	4	0	6	ОПК-3
4	Стационарная и нестационарная теория возмущений	6	8	0	6	ОПК-3
5	Основы релятивистской квантовой механики	4	6	0	4	ОПК-3
6	Атом во внешнем магнитном поле. Сложение угловых моментов и тонкая структура водородных уровней	10	10	0	8	ОПК-3
7	Квантовая механика многочастичных систем	12	16	0	8	ОПК-3

8	Полуклассическая теория излучения	6	2	0	8	ОПК-3
9	Элементы квантовой электродинамики	4	2	0	8	ОПК-3
Всего		72	72	0	72	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Теория линейных операторов	4	0	0
2	1	Теория представлений	2	0	0
3	1	Координатное, импульсное и энергетическое представления	2	0	0
4	2	Решение уравнения Шредингера для простых одномерных задач (свободное движение, одномерная и сферическая потенциальная яма	6	0	0
5	2	Общие свойства одномерного движения. Дискретный и непрерывный спектр	2	0	0
6	2	Решение уравнения Шредингера для линейного осциллятора	4	0	0
7	2	Квазиклассическое движение	4	0	0
8	3	Теория углового момента- общая формулировка	2	0	0
9	3	Решение уравнения Шредингера для водородоподобного атома	4	0	0

10	4	Общие основы теории возмущений, стационарная теория возмущений	2	0	0
11	4	Нестационарная теория возмущений	2	0	0
12	4	Теория возмущений для периодических возмущений	2	0	0
13	5	Основы релятивистской квантовой механики. Уравнения Клебша-Гордона и Дирака. Спинорное представление атомных функций	4	0	0
14	6	Атом во внешнем магнитном поле. Магнитный момент электрона в атоме. Теория спина Паули	4	0	0
15	6	Собственный магнитный момент электрона. Нормальный эффект Зеемана	2	0	0
16	6	Релятивистские взаимодействия в атоме водорода. Спин-орбитальное взаимодействие. Теория тонкой структуры уровней. Аномальный эффект Зеемана. Эффект Пашена-Бака	4	0	0
17	7	Квантовая механика многочастичных систем. Система тождественных частиц. Бозоны и фермионы	2	0	0
18	7	Детерминант Слэтера. Принцип Паули. Понятие о методе вторичного квантования	2	0	0

19	7	Атом гелия. Основное состояние гелия в первом порядке теории возмущений. Синглетные и триплетные состояния гелия. Обменная энергия	2	0	0
20	7	Квантовомеханическая теория периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Теория химической связи. Вариационный метод Ритца. Ион молекулы водорода. Молекула водорода	2	0	0
21	7	Методы Хартри и Хартри-Фока расчетов молекул и твердых тел	4	0	0
22	8	Полуклассическая теория излучения. Нестационарная теория возмущений	2	0	0
23	8	Атомные переходы под влиянием периодического по времени возмущения. Золотое правило Ферми	2	0	0
24	8	Дипольное излучение и поглощение электромагнитного поля. Спонтанное излучение. Время жизни квантового состояния. Правила отбора при дипольных переходах	2	0	0
25	9	Элементы квантовой электродинамики. Неприемлемость классической волновой картины. Квантование свободного электромагнитного поля	2	0	0

26	9	Полевые операторы. Взаимодействие атома с квантованным электромагнитным полем. Вероятность радиационного распада.	2	0	0
			72	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Квантовые состояния. Брассе, кет-вектора. Базис.	2	0	0
2	1	Теория представлений	2	0	0
3	2	Представление Гейзенберга	2	0	0
4	2	Уравнение Шредингера	2	0	0
5	2	Одномерное уравнение Шредингера	2	0	0
6	2	Потенциальная яма	2	0	0
7	2	Принцип неопределенности Гейзенберга. Волновой пакет.	2	0	0
8	2	Рассеяние на потенциальном барьере	2	0	0
9	2	Гармонический осциллятор	2	0	0
10	2	Гармонический осциллятор. Представление Фока.	2	0	0
11	2	Уровни Ландау.	2	0	0
12	2	Квантовый ротатор	2	0	0
13	3	Алгебра операторов момента количества движения.	2	0	0
14	3	Атом водорода	2	0	0
15	4	Стационарная теория возмущений. Невырожденный спектр энергий	2	0	0

16	4	Стационарная теория возмущений. Вырожденный спектр энергий.	2	0	0
17	4	Нестационарная теория возмущений. Внезапные изменения.	2	0	0
18	4	Периодическое возмущение. Время жизни.	2	0	0
19	5	Релятивистские уравнения. Спиновые функции	2	0	0
20	5	Сложение моментов. Спиновые состояния.	4	0	0
21	6	Сложение моментов. Обменное взаимодействие	2	0	0
22	6	Тонкая структура атомных уровней	2	0	0
23	6	Сложение моментов. Спин-орбитальное взаимодействие	2	0	0
24	6	Сложение моментов. Спин-орбитальное взаимодействие.	2	0	0
25	6	Парамагнитный резонанс.	2	0	0
26	7	Системы многих частиц. Статистика. Фермионы и бозоны.	2	0	0
27	7	Вариационный метод	2	0	0
28	7	Вариационный метод. Атом гелия	2	0	0
29	7	Возбужденные состояния атома гелия	2	0	0
30	7	Расчеты молекул.	2	0	0
31	7	Теория Томаса-Ферми	2	0	0
32	7	Методы Хартри и Хартри-Фока	4	0	0
33	8	Теория излучения и поглощения света	2	0	0
34	9	Элементы квантовой электродинамики	2	0	0
Итого			72	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№	№	Наименование занятий	Объем в акад. часах
---	---	----------------------	---------------------

п/п	раздела дисциплины		Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	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, 2012

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Сербо В. Г., Хриплович И. Б.	Квантовая механика: учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский университет [НГУ], 2008
Л1.2	Фок В. А.	Начала квантовой механики	Москва: УРСС (URSS), 2007
Л1.3	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, 2012
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	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., 1981

Л2.2	Леванюк А. П.	Фейнмановские лекции по физике. Задачи и упражнения с ответами и решениями: перевод с английского	Москва: Мир, 1978
Л2.3	Блохинцев Д. И.	Квантовая механика. Лекции по избранным вопросам: учебное пособие для студентов физических специальностей университетов	Москва: Атомиздат, 1981
Л2.4	Дайсон Ф., Смирнова Е. Н., Ширков Д. В.	Релятивистская квантовая механика	Москва: Институт компьютерных исследований, 2009
Л2.5	Юрова И. Ю.	Памяти М. Н. Адамова. Квантовая механика атомов, молекул, расчеты поляризуемостей. Статьи. Воспоминания	Санкт-Петербург: ВВМ, 2010
Л2.6	Краснопевцев Е.А.	Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела: учеб. пособие	Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010
Л2.7	Тахтаджян Л. А., Славнов С. А., Славнов А. А.	Квантовая механика для математиков	Москва: Регулярная и хаотическая динамика, 2011
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	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, 2012

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Мир математических уравнений	http://eqworld.ipmnet.ru
Э2	Электронная естественнонаучная библиотека	http://bib.tiera.ru
Э3	Поисковая машина электронных книг	http://www.poiskknig.ru
Э4	Файловый архив для студентов	http://www.studfiles.ru
Э5	Электронная библиотека	http://gen.lib.rus.ec

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Самостоятельное изучение теоретического материала и решение задач необходимо выполнять, используя как основную, так и дополнительную учебную литературу. Также необходимо активно участвовать в разборе типичных задач на семинарских занятиях. На лекциях необходимо задавать уточняющие вопросы преподавателю для лучшего усвоения материала.

На семинарских занятиях необходимо иметь чистовую тетрадь для выполнения текущих заданий и тетрадь для черновика. В процессе решения задач рекомендуется использовать справочную литературу по соответствующим разделам математики. Для выполнения числовых расчетов при себе необходимо иметь калькулятор.

Перед решением задач необходимо произвести актуализацию теоретических знаний по данной теме. Для этого рекомендуется перед началом занятия самостоятельно прочитать соответствующие разделы лекций.

При решении задачи необходимо придерживаться следующего оформления: записать исходные данные задачи, определить искомые величины, при необходимости, построить схему, начертить график или рисунок, в конце расчета выделить полученный результат. Все математические выкладки сопровождать подробными комментариями. Указывать размерности физических величин, если того требует логика изложения. Обязательно обсудить физический смысл полученного результата.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

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

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

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

10 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.