

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра радиофизики и электроники

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б.1.Б.21 Квантовая механика»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

*03.03.03 Радиофизика*

(код и наименование направления подготовки)

*Квантовая электроника*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

*Программа академического бакалавриата*

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Год набора 2017

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиофизики и электроники

*наименование кафедры*

протокол № 6 от "24" февраля 2017 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра радиофизики и электроники

*наименование кафедры*

*подпись*

Т.М. Чмерева

*расшифровка подписи*

Исполнители:

*должность*

*подпись*

Т.М. Чмерева

*расшифровка подписи*

*должность*

*подпись*

*расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.03 Радиофизика

*код наименование*

*личная подпись*

Т.М. Чмерева

*расшифровка подписи*

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

*личная подпись*

Н.Н. Грицай

*расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета

*личная подпись*

А.Д. Стрекаловская

*расшифровка подписи*

№ регистрации 41163

© Чмерева Т.М., 2017

© ОГУ, 2017

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

Освоение компетенций (ОПК-1,2,3) в процессе обучения основам квантовой механики и формирование у студентов целостного представления о явлениях и процессах, относящихся к данному разделу физики.

**Задачи:**

Изучение математического аппарата и основных принципов квантовой механики, а также приобретение навыков решения задач по данной дисциплине.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.10 Механика, Б.1.Б.14 Атомная физика, Б.1.Б.15 Физика ядра и элементарных частиц, Б.1.Б.16.3 Дифференциальные и интегральные уравнения и вариационное исчисление, Б.1.Б.16.6 Теория функций комплексного переменного, Б.1.Б.19 Теоретическая механика и механика сплошных сред*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.Б.15 Физика ядра и элементарных частиц, Б.1.Б.22 Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика, Б.1.В.ОД.9 Спектры и электронные структуры атомов и молекул, Б.2.В.П.1 Научно-исследовательская работа, Б.2.В.П.2 Преддипломная практика*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные принципы квантовой механики;</li><li>- математический аппарат квантовой механики;</li><li>- основные уравнения квантовой механики;</li><li>- приложение квантовой механики к атомным и ядерным процессам;</li></ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- применять теоретические знания к решению практических задач;</li></ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- терминологией, используемой в квантовой механике;</li><li>- навыками поиска и систематизации информации по изучаемой дисциплине.</li></ul>	ОПК-1 способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности
<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- терминологию, используемую в квантовой механике;</li><li>- основные источники учебной и научной информации по данной дисциплине.</li></ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- находить информацию в интернет-ресурсах.</li></ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- навыками работы с научными периодическими изданиями.</li></ul>	ОПК-2 способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии
<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные разделы квантовой механики;</li><li>- взаимосвязь квантовой механики с другими разделами физики.</li></ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- грамотно излагать учебный материал по изучаемой дисциплине;</li><li>- аргументированно выражать свою позицию по проблемам</li></ul>	ОПК-3 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций профессиональной деятельности.	Формируемые компетенции
<b>Владеть:</b> - приемами решения стандартных задач по квантовой механике.	применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>144</b>	<b>108</b>	<b>252</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>34,25</b>	<b>35,25</b>	<b>69,5</b>
Лекции (Л)	18	18	36
Практические занятия (ПЗ)	16	16	32
Консультации		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
<b>Самостоятельная работа:</b> <i>- проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;</i> <i>- подготовка к практическим занятиям;</i> <i>- подготовка к рубежному контролю.</i>	<b>109,75</b>	<b>72,75</b>	<b>182,5</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>зачет</b>	<b>экзамен</b>	

#### Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основные понятия квантовой механики	37	6	4		27
2	Уравнение Шредингера	36	4	4		28
3	Одномерное движение	36	4	4		28
4	Момент количества движения	35	4	4		27
	Итого:	144	18	16		110

#### Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
5	Движение в центральном поле	34	6	4		24
6	Приближенные методы вычисления собственных значений и собственных функций оператора Гамильтона	42	8	8		26
7	Спин. Тожественные частицы	32	4	4		24
	Итого:	108	18	16		74
	Всего:	252	36	32		184

## **4.2 Содержание разделов дисциплины**

### **1 Основные понятия квантовой механики**

Экспериментальные факты, лежащие в основе квантовой механики. Волновая функция. Принцип суперпозиции. Условие нормировки. Статистическое толкование волновой функции. Операторы физических величин. Собственные значения и собственные функции операторов. Транспонированный, эрмитовосопряженный, обратный операторы. Произведение операторов. Свойства собственных функций операторов, имеющих дискретный спектр. Свойства собственных функций операторов, имеющих непрерывный спектр. Описание состояний с помощью матрицы плотности. Соотношение неопределенностей для физических величин.

### **2 Уравнение Шредингера**

Предельный переход от квантовой к классической механике. Нестационарное уравнение Шредингера. Основные свойства уравнения Шредингера. Плотность вероятности и плотность тока вероятности. Стационарные состояния, их особенности. Изменение средних значений физических величин с течением времени. Квантовые скобки Пуассона. Теоремы Эренфеста. Интегралы квантовых уравнений движения.

### **3 Одномерное движение**

Общие свойства одномерного движения. Частица в прямоугольной потенциальной яме. Гармонический осциллятор. Движение в однородном поле. Движение частицы над потенциальным барьером и потенциальной ямой. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Движение в периодическом поле.

### **4 Момент количества движения**

Оператор момента импульса. Коммутационные соотношения. Собственные значения и собственные функции операторов квадрата момента и проекции момента на выделенное направление. Орбитальное и магнитное квантовые числа. Векторное сложение двух моментов. Правило треугольника. Коэффициенты Клебша-Гордана. Четность состояния. Правило сложения четностей.

### **5 Движение в центральном поле**

Свободное движение с определенным значением орбитального момента. Движение в сферически-симметричной прямоугольной потенциальной яме. Движение в кулоновском поле. Кратность вырождения уровней. Причина вырождения. Дискретный и непрерывный спектры. Волновые функции водородоподобного атома. Движение электрона в одновалентных атомах.

### **6 Приближенные методы вычисления собственных значений и собственных функций оператора Гамильтона**

Квазиклассическое приближение. Условие применимости квазиклассики. Волновая функция в квазиклассическом приближении. Правило квантования Бора-Зоммерфельда. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Теория возмущений в стационарных состояниях с дискретным спектром. Теория возмущений при наличии вырождения. Секулярное уравнение. Возмущения, зависящие от времени. Переходы под влиянием возмущения, действующего в течение конечного времени. Переходы под влиянием периодического возмущения. Переходы в непрерывном спектре. Вариационный метод расчета собственных значений оператора Гамильтона.

### **7 Спин. Тожественные частицы**

Экспериментальные доказательства существования спина электрона. Оператор спина. Коммутационные соотношения. Матрицы Паули. Собственные значения и собственные функции операторов квадрата спина и проекции спина на выделенное направление для случая  $s=1/2$ . Принцип тождественности. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.

### 4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1-2	1	Волновая функция, условие нормировки, средние значения физических величин. Операторы в квантовой механике. Собственные функции, собственные значения	4
3-4	2	Стационарные состояния. Изменение средних значений физических величин с течением времени.	4
5-6	3	Частица в одномерной прямоугольной потенциальной яме. Гармонический осциллятор. Прохождение через потенциальные барьеры.	4
7-8	4	Общие свойства момента количества движения. Сложение моментов.	4
9-10	5	Состояния дискретного спектра в центральных полях. Атом водорода.	4
11-14	6	Правило квантования Бора-Зоммерфельда. Прохождение частицы через потенциальный барьер. Теория возмущений без вырождения. Теория возмущений при наличии вырождения. Вероятности переходов между состояниями дискретного спектра. Вариационный метод Ритца.	8
14-16	7	Оператор спина. Собственные функции.	4
		Итого:	32

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Ефремов, Ю.С. Квантовая механика : учебное пособие / Ю.С. Ефремов. - М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 457 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-4072-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273446>.

2. Ведринский, Р.В. Квантовая механика : учебник / Р.В. Ведринский ; Федеральное агентство по образованию Российской Федерации, Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Южный федеральный университет". - Ростов-н/Д : Издательство Южного федерального университета, 2009. - 384 с. - библиогр. с: С. 382. - ISBN 978-5-9275-0706-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240937>.

### 5.2 Дополнительная литература

1. Иродов, И. Е. Задачи по квантовой физике [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. Е. Иродов. - 2-е изд., испр. - М. : Физматлит ; СПб. : Невский Диалект : ЛБЗ, 2001. - 216 с. : ил. - (Технический университет) - ISBN 5-93208-056-6.

2. Галицкий, В.М. Задачи по квантовой механике / В.М. Галицкий, Б.М. Карнаков, В.И. Коган. -М.:Едиториал УРСС, 2001. Ч.1.: -304с.

3. Галицкий, В.М. Задачи по квантовой механике / В.М. Галицкий, Б.М. Карнаков, В.И. Коган. -М.:Едиториал УРСС, 2001. Ч.2.: -304с.

4. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Т. 3 : Квантовая механика (нерелятивистская теория). / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. - М. : Физматлит, 2001 – 808с.

### **5.3 Периодические издания**

1. Журнал экспериментальной и теоретической физики : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2016.
2. Успехи физических наук : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.
3. Квантовая электроника : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.
4. Теоретическая и математическая физика : журнал. - М. : Академиздатцентр " Наука" РАН , 2016.

### **5.4 Интернет-ресурсы**

1. [www.ph4s.ru](http://www.ph4s.ru) - Физика студентам и школьникам. Образовательный проект А.Н. Варгина, МИФИ.
2. <http://kvant.mccme.ru/> - Научно-популярный физико-математический журнал «Квант».
3. <http://www.physbook.ru/> - Электронные учебники и журналы по физике.
4. <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Квантовая физика».

### **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий**

1. Операционная система Microsoft Windows.
2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access).
3. Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0.
4. SCOPUS [Электронный ресурс] : реферативная база данных / компания Elsevier. – Режим доступа: <https://www.scopus.com/>, в локальной сети ОГУ.

### **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа), для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории, учебными плакатами.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.