

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра радиофизики и электроники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б.1.Б.23 Квантовая механика»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки)

Медицинская физика

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2019

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры

протокол № 6 от "12" февраля 2019 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра радиофизики и электроники

наименование кафедры

подпись

Т.М. Чмерева

расшифровка подписи

Исполнители:

Зав. каф. РФиЭ

должность

подпись

Т.М. Чмерева

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

03.03.02 Физика

код наименование

личная подпись

В.Л. Бердинский

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 _____

© Чмерева Т.М., 2019

© ОГУ, 2019

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Освоение компетенций ОПК-2,3, ПК-1 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.10.3 Дифференциальные и интегральные уравнения и вариационное исчисление, Б.1.Б.10.4 Теория вероятности и математическая статистика, Б.1.Б.10.6 Теория функций комплексного переменного, Б.1.Б.11 Механика, Б.1.Б.12 Молекулярная физика, Б.1.Б.15 Атомная физика, Б.1.Б.16 Физика ядра и элементарных частиц, Б.1.Б.19 Теоретическая механика и механика сплошных сред, Б.1.Б.21 Термодинамика, статистическая физика и физическая кинетика, Б.1.В.ОД.6 Общий физический практикум*

Постреквизиты дисциплины: *Б.1.В.ОД.1 Спектры и электронные структуры атомов и молекул, Б.1.В.ОД.2 Биофизика неионизирующих излучений, Б.1.В.ОД.3 Радиационная физика, Б.2.В.П.1 Научно-исследовательская работа, Б.2.В.П.2 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, научно-производственная 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
Знать: - фундаментальные разделы математики. Уметь: - создавать математические модели типовых профессиональных задач; - интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей. Владеть: - навыками математических преобразований и выводов формул; - навыками использования базовых знаний фундаментальных разделов математики в профессиональной деятельности.	ОПК-2 способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей
Знать: - основные принципы и законы квантовой механики; - взаимосвязь квантовой механики с другими разделами теоретической физики. Уметь: - применять теоретические знания к решению профессиональных задач; - излагать, понимать и критически анализировать общезначимую информацию. Владеть:	ОПК-3 способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
- навыками использования базовых знаний фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач.	
Знать: - основные разделы квантовой механики. - связь квантовой механики с другими дисциплинами. Уметь: - применять теоретические знания для решения практических задач. Владеть: - математическим аппаратом квантовой механики, необходимым для освоения профильных физических дисциплин.	ПК-1 способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

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

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

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Экспериментальные факты, лежащие в основе квантовой механики	39	5	4		30
2	Математический аппарат квантовой механики	62	9	8		45
3	Уравнение Шредингера, его основные свойства	43	4	4		35
	Итого:	144	18	16		110

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. Работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Одномерное движение	34	6	8		20

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. Работа
			Л	ПЗ	ЛР	
5	Момент количества движения. Четность состояния	28	4	4		20
6	Движение частицы в центральном поле. Водородоподобный атом. Одновалентный атом	28	4	4		20
7	Квантовомеханическое описание спина частицы	18	4	-		14
	Итого:	108	18	16		74
	Всего:	252	36	32		184

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Экспериментальные факты, лежащие в основе квантовой механики

Корпускулярно-волновой дуализм свойств света. Энергия кванта. Формула Планка. Фотоэффект. Эффект Комптона. Постулаты Бора. Боровская теория атома водорода. Опыт Франка и Герца. Опыт Штерна и Герлаха. Пространственное квантование.

2 Математический аппарат квантовой механики

Волновая функция. Принцип суперпозиции. Условие нормировки. Статистическое толкование волновой функции. Средние значения физических величин. Операторы физических величин. Собственные значения и собственные функции операторов. Транспонированный, эрмитовосопряженный, обратный операторы. Произведение операторов. Коммутаторы. 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.

3 Уравнение Шредингера, его основные свойства

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. Общие свойства решений уравнения Шредингера.

4 Одномерное движение

Общие свойства одномерного движения. Частица в прямоугольной потенциальной яме с бесконечными стенками и стенками конечной высоты. Гармонический осциллятор в квантовой механике. Движение в однородном поле. Движение частицы над потенциальным барьером и потенциальной ямой. Прохождение частиц через потенциальный барьер. Коэффициенты отражения и прохождения. Движение в периодическом поле. Зонная структура энергетических состояний. Теорема Блоха.

5 Момент количества движения. Четность состояния

Оператор момента импульса. Коммутационные соотношения. Собственные значения и собственные функции операторов квадрата момента импульса и проекции момента импульса на выделенное направление. Орбитальное и магнитное квантовые числа. Векторное сложение двух

моментов. Правило треугольника. Коэффициенты Клебша-Гордана. Четность состояния. Правило сложения четностей. Закон сохранения четности.

6 Движение в центральном поле

Уравнение Шредингера для радиальной части волновой функции частицы, движущейся в центрально симметричном поле. Свободное движение частицы с определенным значением орбитального момента. Движение в сферически-симметричной прямоугольной потенциальной яме с бесконечными стенками и стенками конечной высоты. Движение в кулоновском поле. Квантовые числа, характеризующие состояние электрона в атоме. Кратность вырождения уровней. Причина вырождения. Дискретный и непрерывный спектры. Волновые функции водородоподобного атома. Сравнение боровской теории с квантовой. Движение электрона в одновалентных атомах.

7 Квантовомеханическое описание спина 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 $s=1/2$.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1-2	1	Решение задач на фотоэффект, эффект Комптона, постулаты Бора	4
3-6	2	Волновая функция, условие нормировки, средние значения физических величин. Операторы в квантовой механике. Собственные функции, собственные значения	8
7-8	3	Стационарные состояния. Изменение средних значений физических величин с течением времени.	4
9-12	4	Частица в одномерной прямоугольной потенциальной яме. Гармонический осциллятор. Прохождение через потенциальные барьеры.	8
13-14	5	Общие свойства момента количества движения. Сложение моментов.	4
15-16	5	Состояния дискретного спектра в центральных полях. Атом водорода.	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. Неволин, В.К. Квантовая физика и нанотехнологии / В.К. Неволин. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: РИЦ «Техносфера», 2013. – 128с. –(Мир физики и техники). - ISBN 978-5-94836-361-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=88981>.

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, 2017.
4. Теоретическая и математическая физика : журнал. - М. : Академиздатцентр " Наука" РАН , 2016.

5.4 Интернет-ресурсы

1. 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, МООК: «Квантовая физика».
5. <http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/r/index> - Журнал экспериментальной и теоретической физики.
6. <https://ufn.ru/> - Успехи физических наук : журнал.

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.
5. Springer [Электронный ресурс] : база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH. – Режим доступа : <https://link.springer.com/>, в локальной сети ОГУ.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (2234, 2235), семинарского типа (2234, 2235, 2331, 2336), 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 2335, оснащенное компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.