

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

По учебно-методической работе

А.А. Панфилов

« 04 » 20 15 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И СТАТИСТИЧЕСКАЯ
ФИЗИКА»

Направление подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

Профиль подготовки _____

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость (зач. ед./ час)	Лекции (час)	Практические занятия (час)	Лаб. работы (час)	СРС (час)	Форма контроля (экз./зач.)
6	4 /144	36	18	-	54	экзамен (36)
Итого	4 /144	36	18	-	54	экзамен (36)

Владимир, 20 15

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Квантовая механика и статистическая физика» являются: приобретение углубленных знаний по ключевым разделам квантовой физики; отражающих современное состояние науки и техники; фундаментальных принципов, лежащих в основе современных научно-технических достижений; формирование способностей использовать современные технические средства при решении задач профессиональной деятельности; формирование готовности к обоснованию принятых технических решений с учётом экономических и экологических последствий их применения.

Задачи дисциплины:

- изучение понятий и принципов физической теории и эксперимента;
- развитие навыков составления физических моделей и решения нелинейных уравнений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Квантовая механика и статистическая физика» относится к дисциплинам по выбору вариативной части ОПОП. Дисциплина логически и содержательно-методически тесно связана с рядом теоретических дисциплин и практик предшествующего периода обучения.

К числу дисциплин, наиболее тесно связанных с дисциплиной «Квантовая механика и статистическая физика», относятся «Физика», «Квантовая механика», «Статистическая физика», «Физика твердого тела». В результате освоения этих дисциплин студенты приобретают необходимые для изучения «Квантовая механика и статистическая физика» знания основных понятий и принципов физической теории и эксперимента. Приобретают умения применять методы математического анализа и моделирования.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины частично формируются следующие компетенции:

- ОПК-2; способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;
- ОПК-1; способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

В результате освоения дисциплины обучающийся демонстрирует следующие результаты образования:

ЗНАТЬ	УМЕТЬ	ВЛАДЕТЬ
естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-	способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-

(ОПК-2)	математический аппарат; (ОПК-2)	математический аппарат (ОПК-2)
адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики. (ОПК-1)	представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики. (ОПК-1)	способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики. (ОПК-1)

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Математический аппарат квантовой механики	6	1	2	-	2	-	-	10	-	2/50	
2	Основные положения квантовой механики и статистической физики.	6	2-8	12	-	6	-	-	18	-	9/50	рейтинг-контроль №1
3	Центральное поле.	6	9-12	10	-	4	-	-	18	-	7/50	рейтинг-контроль №2
4	Теория возмущений.	6	13-18	12	-	6	-	-	8	-	9/50	рейтинг-контроль №3
Всего		6	18	36	-	18	-	-	54	-	27/50	Экзамен (36)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

Семестр 6

Раздел 1. Математический аппарат квантовой механики.

Распределение Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Принцип Паули и образование зон в кристаллах. Классификация твердых тел. Понятие состояния и суперпозиции состояний в квантовой теории. Уравнение Шредингера. Стандартные условия на волновую функцию. Смысл волновой функции.

Раздел 2. Основные положения квантовой механики и статистической физики.

Правила работы с операторами. Свойства линейных операторов. Средние значения. Представление операторов в матричной форме. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Операторы физических величин. Правила коммутации. Собственные функции операторов координаты и импульса. Собственные функции оператора углового момента. Производная от оператора. Зависимость от времени матричных элементов

Раздел 3. Центральное поле.

Энергетический спектр. Орбитали. Понятие электронного облака. Сферически симметричная потенциальная яма. Движение в кулоновском поле. Дискретный спектр. Волновые функции. Сплошной спектр.

Раздел 4. Теория возмущений.

Невырожденный случай. Случай близких уровней. Случай вырождения. Аномальный эффект Зеемана. Эффект Папена-Бака. Линейный и квадратичный эффект Штарка. Нестационарная теория возмущений (теория квантовых переходов). Постоянное возмущение. Возмущение, периодически зависящее от времени. Соотношение неопределенностей энергия-время. Вероятность перехода в единицу времени. Простейшая модель квантовой системы, взаимодействующей с термостатом, - двухуровневый атом. Феноменологическое уравнение для матрицы плотности. Продольное и поперечное времена релаксации. Спектр поглощения. Спектр поглощения. Понятие об однородной и неоднородной ширинах уровней.

Практические занятия.

Тема 1. Правила работы с операторами (2ч.)

Тема 2. Решение уравнений Шредингера для частицы в различных силовых полях(6 ч).

Тема 3. Правила квантования (4ч.).

Тема 4. Формализм матрицы плотности (6ч.).

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1. Активные и интерактивные формы обучения.

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: контрольные аудиторские работы, индивидуальные домашние работы.

Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 27 часов (50%).

5.2. Самостоятельная работа студентов.

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению контрольных заданий, составление конспекта лекций по предложенным темам. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций, решение выданных задач.

5.3. Мультимедийные технологии обучения.

Некоторые из лекционных и лабораторных занятий проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории (например, ауд. 430-3, 420-3) с использованием компьютерного проектора. Студентам предоставляется компьютерный курс лекций.

5.4 Лекции приглашенных специалистов.

В рамках учебного курса планируются лекции приглашенных специалистов из Института спектроскопии РАН (г.Москва).

5.5. Рейтинговая система обучения

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: баллы на контрольных занятиях; качество выполнения домашних типовых заданий, рассматриваемых на практических занятиях. Распределение баллов по контрольным мероприятиям определяется лектором, ведущим дисциплину.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль успеваемости проводится по всем видам занятий с использованием рейтинговой системы.

6.1 . Экзаменационные вопросы

1. Свойства гильбертова пространства.
2. Оператор в гильбертовом пространстве.
3. Понятие состояния квантово-механической системы, чистые и смешанные состояния.
4. Правила работы с операторами.
5. Свойства линейных операторов.
6. Вычисление средних значений физических величин.
7. Выражение операторов координаты и импульса в координатном и импульсном представлениях.
8. Выражения для операторов кинетической, потенциальной энергии, оператора Гамильтона частицы в потенциальном поле.
9. Оператор эволюции.
10. Момент количества движения. Собственные числа операторов квадрата и z-проекции момента количества движения.
11. Орбитальный момент количества движения. Матрицы Паули.
12. Центральное поле.
13. Движение частицы в центральном поле. Энергетический спектр.
14. Движение в кулоновском поле.
15. Связь квантовой механики с классической механикой
16. Теория возмущений.
17. Вариационные методы в квантовой механике.
18. Распределение Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака
19. Принцип Паули и образование зон в кристаллах.
20. Классификация твердых тел.
21. Понятие состояния и суперпозиции состояний в квантовой теории.
22. Уравнение Шредингера. Стандартные условия на волновую функцию.
23. Смысл волновой функции.
24. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
25. Аномальный эффект Зеемана.
26. Линейный и квадратичный эффект Штарка.
27. Двухуровневый атом.
28. Феноменологическое уравнение для матрицы плотности.
29. Продольное и поперечное времена релаксации. Спектр поглощения. Спектр поглощения.
30. Понятие об однородной и неоднородной ширинах уровней.

6.2. Вопросы для рейтинг-контролей

Рейтинг-контроль № 1

1. Свойства гильбертова пространства.
2. Оператор в гильбертовом пространстве.
3. Понятие состояния квантово-механической системы, чистые и смешанные состояния.
4. Вычисление средних значений физических величин.
5. Правила работы с операторами.
6. Свойства линейных операторов.
7. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
8. Выражение операторов координаты и импульса в координатном и импульсном представлениях.

Рейтинг-контроль № 2

1. Выражения для операторов кинетической, потенциальной энергии, оператора Гамильтона частицы в потенциальном поле.
2. Оператор эволюции.
3. Момент количества движения. Собственные числа операторов квадрата и z-проекции момента количества движения.
4. Орбитальный момент количества движения. Матрицы Паули.
5. Центральное поле.
6. Движение частицы в центральном поле. Энергетический спектр.
7. Движение в кулоновском поле.
8. Связь квантовой механики с классической механикой
9. Теория возмущений.
10. Вариационные методы в квантовой механике.

Рейтинг-контроль № 3

1. Распределение Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака
2. Принцип Паули и образование зон в кристаллах.
3. Классификация твердых тел.
4. Понятие состояния и суперпозиции состояний в кв теории.
5. Уравнение Шредингера. Стандартные условия на волновую функцию.
6. Смысл волновой функции.
7. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
8. Аномальный эффект Зеемана.
9. Линейный и квадратичный эффект Штарка.
10. Двухуровневый атом.
11. Феноменологическое уравнение для матрицы плотности.
12. Продольное и поперечное времена релаксации. Спектр поглощения. Спектр поглощения.
13. Понятие об однородной и неоднородной ширинах уровней.

6.3. Вопросы к самостоятельной работе студента

1. Невырожденный случай. Случай близких уровней.
2. Случай вырождения.
3. Эффект Пашена-Бака.
4. Нестационарная теория возмущений (теория квантовых переходов).
5. Соотношение неопределённости энергия-время. Вероятность перехода в единицу времени.
6. Простейшая модель квантовой системы, взаимодействующей с термостатом.
7. Спектр поглощения.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Название и выходные данные (автор, вид издания, издательство, издания, количество страниц)	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3
Основная литература		
1	Физика. Современный курс [Электронный ресурс] / Никеров В.А. - М.: Дашков и К, 2014. – ISBN 978-5-394-02349-1.	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785394023491.html
2	Квантовая физика и нанотехнологии [Электронный ресурс] / Неволин В.К. - Издание 2-е, испр. и доп. - М. : Техносфера, 2013. – ISBN 978-5-94836-361-5.	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785948363615.html
3	Физика макроскопических квантовых систем [Электронный ресурс]: Курс лекций. Семинары / М.Ю. Каган. - Вып. 2. - М.: Издательский дом МЭИ, 2014. - (Серия "Высшая школа физики"). – ISBN 978-5-383-00895-9.	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383008959.html
Дополнительная литература		
1	Физика. В 3 кн. Кн. 3. Строение и свойства вещества [Электронный ресурс] / Бутиков Е.И., Кондратьев А.С., Уздин В.М. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – ISBN 978-5-9221-0109-7.	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922101097.html
2	Механика. Задачи и решения [Электронный ресурс] / А. Б. Казанцева - М.: КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для высших учебных заведений). – ISBN 5-9532-0317-9.	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953203179.html
3	Лекции по теории вероятностей и математической статистике [Электронный ресурс]: учебник / Прохоров Ю.В., Пономаренко Л.С. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Издательство Московского государственного университета, 2012. - (Классический университетский учебник). - ISBN 978-5-211-06234-4.	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211062344.html

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства;
- электронные записи лекций.
- компьютеры со специализированным программным обеспечением (MatLab)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

Рабочую программу составил доцент кафедры ФиПМ Прохоров А. В. 

Рецензент (представитель работодателя) на ст. научно-метод. семинара
(место работы, должность, ФИО, подпись)

ФКУ ИТ "ГИИТ Водука" 

Артюшов А.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол № 11 от 07.04.15 года

Заведующий кафедрой _____ Аракелян С.М.

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 28.03.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

Протокол № 11 от 07.04.15 года

Председатель комиссии _____ Аракелян С.М.

(ФИО, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2017-2018 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.17 года

Заведующий кафедрой _____ Аракелян С.М.

Рабочая программа одобрена на 2018-2019 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 03.09.18 года

Заведующий кафедрой _____ Аракелян С.М.

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____