

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности



А.А.Панфилов

« 02 » 09 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА И СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Направление подготовки 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Профиль/программа подготовки Лазерные и квантовые технологии

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
6	5/180	36	36	-	72	Экзамен (36 час.)
Итого	5/180	36	36	-	72	Экзамен (36 час.)

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 базовой основной 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. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции ¹	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
ОПК-1	Частичное освоение компетенции	Знать: <ul style="list-style-type: none">• правовые основы охраны объектов исследования;• виды и формы охранных документов, их характеристики;• особенности охраны объектов интеллектуальной собственности в области лазерной техники и лазерных технологий;• современные проблемы и специфику исследований и разработок в области лазерной техники, оптических материалов и лазерных технологий;• отечественные и международные стандарты по качеству и особенности их применения в области лазерной техники и лазерных технологий;• современную научную картину мира. Уметь: <ul style="list-style-type: none">• применять актуальную нормативную документацию в области профессиональной деятельности;

¹ Полное или частичное освоение указанной компетенции

		<ul style="list-style-type: none"> • выбирать и использовать адекватные поставленной задаче методы её решения, в том числе нетрадиционные и использующие междисциплинарные знания; • работать с записями по качеству; • выявлять естественнонаучную сущность проблемы. <p>Владеть (навыки):</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыки оценки патентоспособности вновь созданных технических и художественно-конструкторских решений; • навыки систематизации и анализа отобранной документации в области научных исследований и защиты интеллектуальной собственности; • навыки выработки стратегии и оценки достижимости решения задач исследований и разработок в области лазерной техники, оптических материалов и технологий с учётом правовых ограничений и соблюдения стандартов по качеству; навыки формулирования целей и задач исследований и разработок с учётом сложившихся норм и традиций научного познания мира.
<i>ПК-1</i>	<i>Частичное освоение компетенции</i>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • типовую структуру описания научного исследования на этапе его планирования; • примеры постановки задач научных исследований в области лазерной техники и лазерных технологий и в смежных областях. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • работать с источниками информации о программах финансовой поддержки научных исследований; • определять актуальность планируемых научных исследований на основе анализа источников научно-технической информации в области лазерной техники и лазерных технологий. <p>Владеть (навыки):</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыки составления описания планируемого научного исследования; <p>навыки использования междисциплинарного подхода при анализе научно-технической проблемы и планировании исследований в области лазерной техники и лазерных технологий.</p>
<i>ПК-4</i>	<i>Частичное освоение компетенции</i>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • области применения, принципы действия, компоненты и типичные выходные характеристики волоконных лазеров. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • анализировать возможные области применения волоконного лазера в зависимости от его характеристик; • выполнять расчёт параметров волоконных лазерных систем и входящих в них компонентов. <p>Владеть (навыки):</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыки анализа конкурентоспособности разрабатываемых лазерных систем; • навыки расчёта параметров волоконного лазера и параметров входящих в него компонентов.

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем 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, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Математический аппарат квантовой механики	6	1	2	2	-	10	2/50	
2	Основные положения квантовой механики и статистической физики.	6	2-8	12	12	-	22	12/50	рейтинг-контроль №1
3	Центральное поле.	6	9-12	10	10	-	18	10/50	рейтинг-контроль №2
4	Теория возмущений.	6	13-18	12	12	-	22	12/50	рейтинг-контроль №3
Всего за 6 семестр:		6	18	36	36	-	72	36/50	Экзамен (36 час.)
Наличие в дисциплине КП/КР		-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине		6	18	36	36	-	72	36/50	Экзамен (36 час.)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

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 Пашена-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. Понятие об однородной и неоднородной ширинах уровней.

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 1. Математический аппарат квантовой механики.

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

Раздел 2. Основные положения квантовой механики и статистической физики.

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

Раздел 3. Центральное поле.

Тема 3. Правила квантования (4ч.).

Раздел 3. Центральное поле.

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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Квантовая механика и статистическая физика» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Активные и интерактивные формы обучения (*все практические занятия*);
- Самостоятельная работа студентов (*самостоятельная работа*);
- Мультимедийные технологии обучения (*лекционные занятия*);
- Лекции приглашенных специалистов (*лекционные занятия*);
- Рейтинговая система обучения (*контрольные мероприятия*);

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.

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. 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.

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.

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 ширине уровней.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература*			
1. Физика. Современный курс [Электронный ресурс] / Никеров В.А. - М.: Дашков и К, 2014. – ISBN 978-5-394-02349-1	2014		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.	2013		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.	2014		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.	2010		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.	2013		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.	2012		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211062344.html

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Практические занятия проводятся в аудитории (или компьютерном классе), оборудованной мультимедийным оборудованием (430-3, 431-3 или аналогичной аудитории в зависимости от сетки расписания).

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

- 1) MatLab;

Рабочую программу составил Прохоров А.В. _____

(ФИО, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя) Ген. директор ООО «ВладИнТех» А.В. Осипов _____

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики и прикладной математики

Протокол № 1 от 02.09.2019 года

Заведующий кафедрой _____

(ФИО, подпись)

Аракелян С.М.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Протокол № 1 от 02.09.2019 года

Председатель комиссии _____

(ФИО, подпись)

Аракелян С.М.

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____