

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 22.07.2025 17:22:36
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:

Руководитель



Е.М. Семенова

«24»

июня

2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Квантовая механика

Закреплена за
кафедрой:

Общей физики

Направление
подготовки:

03.03.02 Физика

Направленность
(профиль):

**Физика, технологии и компьютерное моделирование
функциональных материалов**

Квалификация:

Бакалавр

Форма обучения:

очная

Семестр:

6,7

Программу составил(и):

канд. физ.-мат. наук, доц., Зубков Виктор Викторович

Тверь, 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины (модуля):

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов основных представлений об основании и методах, лежащих в основе квантовой парадигмы.

Задачи:

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение основных физических моделей и процессов в рамках как нерелятивистской, так и релятивистской квантовой механики;
- установление связи между различными физическими явлениями, вывод основных законов в виде математических уравнений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.О

Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Раздел теоретической физики «Квантовая механика» излагается в 6-7 семестрах и его главной задачей является создание фундаментальной базы знаний, на основе которой в дальнейшем можно развивать более углубленное и детализированное изучение всех разделов физики в теоретической физики и различных специализированных курсов направления «Физика». Для успешного освоения дисциплины необходимо уверенно владеть математическим аппаратом в рамках курсов, читаемых для студентов-физиков. Некоторые необходимые элементы математического и функционального анализа и алгебры, не входящие в стандартный курс высшей математики, читаемой для физиков, вводятся по мере необходимости.

Интегральные уравнения

Дифференциальные уравнения

Аналитическая геометрия и линейная алгебра

Математический анализ

Векторный и тензорный анализ

Теория функций комплексного переменного

Теория вероятностей и математическая статистика

Атомная физика

Механика

Теоретическая механика

Электродинамика

Методы математической физики

Оптика

Электричество и магнетизм

Физика атомного ядра и элементарных частиц

Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Термодинамика и статистическая физика

Нанотехнологии в физике конденсированного состояния

Физика магнитных явлений

Микромагнетизм

Физика магнитных материалов

Физика полупроводников

Основы физического металловедения

Научно-исследовательская работа

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость	8 ЗЕТ
Часов по учебному плану	288
в том числе:	
аудиторные занятия	108
самостоятельная работа	73
часов на контроль	27

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ОПК-1.1: Анализирует физические объекты и процессы с применением базовых знаний в области физико-математических наук

ОПК-1.2: Применяет знания в области физико-математических наук при решении практических задач в сфере профессиональной деятельности

ОПК-2.2: Решает теоретические задачи и проводит моделирование физических объектов, систем и процессов в рамках научного исследования.

УК-1.1: Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие

УК-1.2: Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи

УК-1.5: Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки

5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	7
зачеты	6

6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
	Раздел 1. Переход от старой к новой квантовой механике.					
1.1	Старая квантовая механика. Постулаты Нильса Бора. Переход к новой квантовой механике. Правила соответствия Макса Борна.	Лек	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.6 Л1.7Л2.1 Л2.2 Л2.3	
1.2	Фундаментальное коммутационное соотношение. Уравнение Вернера Гайзенберга.	Лек	6	2	Л1.4 Л1.5 Л1.7	

	Раздел 2. Связь между операторами и измеримыми величинами. Математический аппарат квантовой механики.					
2.1	Связь между операторами и измеримыми величинами. Оператор плотности. Теория измерений.	Лек	6	6	Л1.3 Л1.7	
2.2	Математический аппарат квантовой механики. Гильбертово пространство и векторы состояния. Операторы.	Пр	6	9	Л1.1 Л1.5 Л1.6 Л1.7	
2.3	Эрмитовы и унитарные операторы. Матрица плотности. Теория измерений.	Ср	6	4		
	Раздел 3. Эволюция квантовой системы. Картины Гайзенберга и Шредингера. Постулаты квантовой механики.					
3.1	Эволюция квантовой системы. Картины Гайзенберга и Шредингера. Уравнение Шредингера. Уравнение фон Неймана. Постулаты квантовой механики.	Лек	6	1	Л1.1 Л1.5 Л1.7	
3.2	Координатное и импульсное представления в квантовой механике	Лек	6	1	Л1.1 Л1.6 Л1.7	
3.3	Совместимые наблюдаемые. Полный набор наблюдаемых. Соотношение неопределенностей Гайзенберга.	Лек	6	2	Л1.1 Л1.7	
3.4	Оператор эволюции и пропагатор. Стационарные состояния квантовой системы. Взгляд Фейнмана: интегралы по траекториям	Лек	6	2	Л1.7	
3.5	Эволюция квантовой системы.	Пр	6	4	Л1.1 Л1.5 Л1.6 Л1.7	
3.6	Свободное движение. Волновой пакет. Уравнение непрерывности.	Лек	6	1	Л1.1 Л1.7	
3.7	Гармонический осциллятор. Операторы рождения и уничтожения.	Лек	6	2	Л1.1 Л1.5 Л1.7	
3.8	Симметрии в квантовой механике. Интегралы движения.	Лек	6	2	Л1.1 Л1.7	

3.9	Переход к классической механике. Теорема вириала. Теоремы Эренфеста.	Лек	6	1	Л1.1 Л1.5 Л1.7	
3.10	Гармонический осциллятор. Когерентные состояния.	Пр	6	4	Л1.3 Л1.7	
3.11	Одномерные задачи. Потенциальные ямы и барьеры.	Пр	6	5	Л1.5 Л1.7	
3.12	Эволюция квантовой системы.	Ср	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6 Л1.7	
3.13	Гармонический осциллятор. Когерентные состояния.	Ср	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.5 Л1.6 Л1.7	
3.14	Одномерные задачи. Потенциальные ямы и барьеры.	Ср	6	2	Л1.1 Л1.5 Л1.6 Л1.7	
	Раздел 4. Эволюция системы в центральном поле.					
4.1	Оператор углового момента в квантовой механике.	Лек	6	2	Л1.1 Л1.5 Л1.7	
4.2	Задача двух тел в квантовой механике.	Лек	6	2	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7	
4.3	Атом водорода.	Лек	6	2	Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7	
4.4	Угловой момент. Движение в центральных полях.	Пр	6	6	Л1.1 Л1.5 Л1.6	
4.5	Задача двух тел в квантовой механике.	Ср	6	2	Л1.1 Л1.5 Л1.6 Л1.7	
	Раздел 5. Приближенные методы решения задач в квантовой механике					
5.1	Квазиклассика. ВКБ приближение.	Лек	7	2	Л1.1 Л1.5 Л1.7	

5.2	Стационарная теория возмущений.	Лек	7	3	Л1.1 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7	
5.3	Нестационарная теория возмущений. Теория переходов.	Лек	7	4	Л1.1 Л1.5 Л1.6 Л1.7	
5.4	Вариационный принцип Ритца и вариационный метод Ритца	Лек	7	1	Л1.1 Л1.7	
5.5	ВКБ приближение в квантовой механике	Пр	7	2	Л1.1 Л1.7	
5.6	Стационарная теория возмущений.	Пр	7	4	Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7	
5.7	Теория переходов	Пр	7	2	Л1.7	
5.8	Стационарная теория возмущений.	Ср	7	7	Л1.1 Л1.5 Л1.6 Л1.7	
5.9	Нестационарная теория возмущений. Теория переходов.	Ср	7	8	Л1.1 Л1.6 Л1.7	
	Раздел 6. Спин. Магнитные взаимодействия с элементами релятивистской квантовой теории					
6.1	Спин. Уравнение Паули.	Лек	7	2	Л1.1 Л1.5 Л1.7	
6.2	Элементы релятивистской квантовой механики. Уравнение Дирака	Лек	7	2	Л1.7	
6.3	Свободная дираковская частица. Античастицы.	Лек	7	2	Л1.7	
6.4	Квазирелятивистское приближение. Спин-орбитальное взаимодействие и контактное взаимодействие.	Лек	7	2	Л1.1 Л1.5 Л1.6 Л1.7	
6.5	Сложение моментов. Коэффициенты Клебша-Гордана.	Лек	7	2	Л1.1 Л1.5 Л1.6 Л1.7	
6.6	Поправки к состоянию атома водорода. Тонкая структура атома. Сверхтонкая структура атома.	Лек	7	2	Л1.1 Л1.7	
6.7	Тожественные частицы. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.	Лек	7	1	Л1.1 Л1.7	

6.8	Методы Хартри и Хартри-Фока	Лек	7	2	Л1.1 Л1.7	
6.9	Атом гелия	Лек	7	1	Л1.7	
6.10	Эволюция спина. ЭПР.	Пр	7	2	Л1.1 Л1.5 Л1.6 Л1.7	
6.11	Сложение моментов в квантовой механике	Пр	7	2	Л1.1 Л1.7	
6.12	Атом гелия. Теория возмущений. Вариационный метод Ритца.	Пр	7	4	Л1.7	
6.13	Метод Хартри-Фока.	Пр	7	2	Л1.7	
6.14	LS- и jj-связь	Пр	7	2	Л1.7	
6.15	Движение в магнитном поле.	Пр	7	2	Л1.7	
6.16	Взаимодействие атомов с классическим электромагнитным полем	Пр	7	4	Л1.7	
6.17	LS- и jj-связь	Ср	7	5	Л1.1 Л1.7	
6.18	Взаимодействие атомов с классическим электромагнитным полем	Ср	7	5	Л1.1 Л1.7	
	Раздел 7. Контроль					
7.1	Экзамен	Экзамен	7	27		

Список образовательных технологий

1	Активное слушание
---	-------------------

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Смотри приложение

8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

8.3. Требования к рейтинг-контролю

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

Шифр	Литература
Л1.1	Ландау, Лифшиц, Теоретическая физика. Том 3. Квантовая механика (нерелятивистская теория), Москва: Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2016, ISBN: 978-5-9221-0530-9, URL: https://znanium.com/catalog/document?id=369173
Л1.2	Львовский, Отличная квантовая механика : решения. Часть 2, Москва: ООО "Альпина нон-фикшн", 2019, ISBN: 978-5-91671-952-9, URL: https://znanium.com/catalog/document?id=368826
Л1.3	Львовский, Отличная квантовая механика : учебное пособие. Часть 1, Москва: ООО "Альпина нон-фикшн", 2019, ISBN: 978-5-91671-952-9, URL: https://znanium.com/catalog/document?id=368791
Л1.4	Ведринский Р.В., Квантовая механика, Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета (ЮФУ), 2009, ISBN: 978-5-9275-0706-1, URL: https://znanium.com/catalog/document?id=96700
Л1.5	Краснопевцев, Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела, Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2010, ISBN: 978-5-7782-1464-4, URL: https://znanium.com/catalog/document?id=52371
Л1.6	Савельев И. В., Основы теоретической физики. В 2 томах. Том 2. Квантовая механика, Санкт-Петербург: Лань, 2023, ISBN: 978-5-507-47138-6, URL: https://e.lanbook.com/book/330521
Л1.7	Киселёв В. В., Квантовая механика: курс лекций, Москва: МЦНМО, 2009, ISBN: 978-5-94057-497-2, URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=62965

9.1.2. Дополнительная литература

Шифр	Литература
Л2.1	Елютин П. В., Кривченков В. Д., Квантовая механика с задачами, Москва: Физматлит, 2001, ISBN: 978-5-9221-0077-9, URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68967
Л2.2	Ведринский Р. В., Квантовая механика, Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2009, ISBN: 978-5-9275-0706-1, URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240937
Л2.3	Краснопевцев Е. А., Квантовая механика в приложениях к физике твердого тела, Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010, ISBN: 978-5-7782-1464-4, URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435995

9.3.1 Перечень программного обеспечения**9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1	Архивы журналов издательства Oxford University Press
2	Архивы журналов издательства The Institute of Physics
3	Архивы журналов издательства Nature
4	Ресурсы издательства Springer Nature
5	Журналы издательства Taylor&Francis
6	Журналы American Institute of Physics (AIP)

7	Журналы American Chemical Society (ACS)
8	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)
9	ЭБС «Лань»
10	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
11	ЭБС «ЮРАИТ»
12	ЭБС «ZNANIUM.COM»

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
3-218	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, экран
3-226	комплект учебной мебели, Микшерный пульт, Аудиокомплект, Интерактивная система, проектор, Телекоммуникационные шкафы, экран, компьютер
3-228	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, экран
3-227	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проектор, экран

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Смотри приложение