

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
ТАДЖИКИСТАН
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКО-ТАДЖИКСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ»**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«Квантовая теория»**

Направление подготовки - 03.03.02 «Физика»

Профиль подготовки «Общая физика»

Форма подготовки - очная

Уровень подготовки - бакалавриат

ДУШАНБЕ - 2025

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ №891 от 07.08.2020 г.

При разработке рабочей программы учитываются

- требования работодателей, профессиональных стандартов по направлению;
- содержание программ дисциплин, изучаемых на предыдущих и последующих этапах обучения;
- новейшие достижения в данной предметной области.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математики и физики, протокол № 1 от «28» августа 2025 г.

Рабочая программа утверждена УМС естественнонаучного факультета, протокол № 1 от «28» августа 2025 г.

Рабочая программа утверждена Ученым советом естественнонаучного факультета, протокол № 1 от «29» августа 2025 г.

Заведующий кафедрой,
к.ф.-м.н., доцент
Зам. председателя УМС
факультета, ст.
преподаватель
Разработчик, к.ф.-м.н.,
доцент

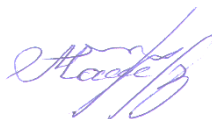


Гулбоев Б.Дж.

Мирзокаримов О.А.

Насруллоев Х.

Разработчик от
организации, к.ф.-м.н.,
зам. директора Физико-
технического института
им. С.У. Умарова НАН
Таджикистана



Махмадбегов Р.С.

Расписание занятий дисциплины

Ф.И.О. преподавателя	Аудиторные занятия		Приём СРС	Место работы преподавателя
	лекция	Практические занятия (КСР, лаб.)		
Насрулов Х.				

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели изучения дисциплины

Целью изучения дисциплины "Квантовая теория" является овладение основными понятиями, общими принципами, законами квантовой механики и методами решения квантово-механических задач, а также знакомство с возможностями их использования в профессиональной научно-педагогической деятельности.

1.2. Задачи изучения дисциплины:

Основными задачами изучения студентами дисциплины являются:

- изучение основных терминов, понятий и постулатов квантовой теории.
- овладение основными методами решения задач квантовой механики.
- понимание особенности протекание процессов и явлений в микромире в отличие в макромире.

Особое внимание уделяется физическому содержанию квантовой механики и электронной структуре атома. Используя эти знания, студенты смогут применять их при изучении других разделов квантовой физики.

1.3. Требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные/ профессиональные компетенции.

Для 3-го курса (6 семестр)

Коды компетенции	Результаты освоения ООП Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Вид оценочного средства
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности	ИОПК 1.1. Понимает основные представления и понятия химии, физики, астрономии, математики и других естественных наук; основные законы химии и физическим дисциплинам; основные законы и теоремы по математическим дисциплинам; основные определения и понятия основных разделов математики; основные формулы и теоремы основных разделов математики; основные методы решения математических задач; основные методы решения элементарных задач по химии, физики и математики; основные биологические, химические и физические процессы, протекающие в живых организмах.	Вопросы для устного опроса

		переосмысливать накопленный опыт, а также умеет использовать специализированные физические знания для освоения профильных дисциплин, изменять (при необходимости) профиль своей профессиональной деятельности. ИПК 1.3. Владеет методами поиска научной информации с использованием различных источников; методами планирования научных исследований; а также способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.	Тестовые задания открытого типа
ПК-4	Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний по профильным предметам (дисциплинам, модулям) в рамках программ основного общего и среднего общего образования	ИПК 4.1. Знает основы метода преподавания физики, основные принципы деятельностного подхода, виды и приемы современных педагогических технологий в области физики; рабочие программы и методики обучения физики; научного представления о результатах образования в областях физики, путях их достижения и способах оценки. ИПК 4.2. Планирует и проводит занятия по физике; использовать метод и средства педагогического мониторинга, позволяющие оценить степень сформированности у детей качеств, необходимых для дальнейшего обучения и их развития по физике. ИПК 4.3. Владеет навыками и методами обучения, в том числе выходящими за рамки учебных занятий: проектная деятельность, лабораторные эксперименты, практические занятия и т.п.	Вопросы для устного опроса Тестовые задания закрытого типа Тестовые задания открытого типа

ПК-5	Способен проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами	ИПК 5.1. Знает основные технологии педагогического процесса и системы управления учащихся во время проведения занятия и по изложенному материалу физических дисциплин и их взаимосвязь с другими дисциплинами с учётом педагогических знаний; методов системы управления учащихся при взаимосвязи с обществом. ИПК 5.2. Разрабатывает основные технологии педагогического процесса и системы управления учащихся во время проведения занятия и в жизни и обществе. ИПК 5.3. Владеет современными методами управления педагогического процесса с учетом современного менталитета и развитие современного общества для освоения предмета физики при проведении занятия и применение ее законов в повседневной жизни.	Вопросы для устного опроса Тестовые задания закрытого типа Тестовые задания открытого типа
------	--	--	---

Для 4-го курса (7 семестр)

Коды компетенции	Результаты освоения ООП Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Вид оценочного средства
ПК-2	Способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ИПК 2.1. Знает: - основных методов теоретической и экспериментальной физики, экспериментальные основы научных приборов и методика проведения современного научного эксперимента в различных областях физики. - современные методы измерений и способы проведения эксперимента по определению основных физических величин во всех разделах физики, такие как оптик и спектроскопия, физика твердого тела, ядерной физики и т.д. - основные достижения, современные тенденции и современную экспериментальную базу в области физики. ИПК 2.2. Умеет: - проводить измерения физических характеристик объектов и осуществлять приготовление образцов и подготовку приборов для проведения измерений. - обрабатывать полученные экспериментальные данные и	Вопросы для устного опроса Тестовые задания закрытого типа

		проводить необходимые математические преобразования физических проблем, а также делать оценки по порядку величины. ИПК 2.3. Владеет: - навыками работы с современными экспериментальными научными приборами и компьютерного управления современными экспериментальными установками с использованием специального программного обеспечения; - компьютерной обработки полученных экспериментальных данных и использования электронно-вычислительной техники для расчетов и презентации полученных научных результатов. - грамотного использования физического научного языка для оформления ВКР, проектов и т.п.	Тестовые задания открытого типа
ПК-5	Способностью проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами	ИПК 5.1. Знает: - основные технологии педагогического процесса и системы управления учащихся во время проведения занятия и по изложенному материалу физических дисциплин и их взаимосвязь с другими дисциплинами с учётом педагогических знаний; - методов системы управления учащихся при взаимосвязь с обществом. ИПК 5.2. Умеет: - разрабатывать основные технологии педагогического процесса и системы управления учащихся во время проведения занятия и в жизни и обществе. ИПК 5.3. Владеет: - современными методами управления педагогического процесса с учёта современного менталитета и развитие современного общества для освоение предмета физики при проведение занятия и применение ее законов в повседневной жизни.	Вопросы для устного опроса Тестовые задания закрытого типа Тестовые задания открытого типа

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Квантовая теория» относится к базовой части учебного плана направления 03.03.02 «Физика» (Б1.В.15).

Изучается 6 и 7 семестрах и содержательно методически взаимосвязана с

дисциплинами ОПОП, указанных в таблице 1.

№	Название дисциплины	Семестр	Место дисциплины в структуре ООП
1.	Механика	1	Б1.О.22
2.	Молекулярная физика	2	Б1.О.25
3.	Электричество и магнетизм	3	Б1.В.12
5.	Атомная и ядерная физика	5	Б1.В.14

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСА, КРИТЕРИИ НАЧИСЛЕНИЯ БАЛЛОВ

Дисциплина «Квантовая теория» изучается на 7 семестре. Объем дисциплины составляет:

6 семестр - 4 зачетные единицы, всего 144 часов, из которых: лекции 36 час., практические занятия 24 час., контроль самостоятельной работы студентов (КСР) 24 час., всего часов аудиторной нагрузки 84 час., в том числе всего часов в интерактивной форме 18 час., самостоятельная работа- 60 час. Форма контроля – зачет.

7 семестр - 5 зачетные единицы, всего 180 часов, из которых: лекции 32 час., практические занятия 16 час., контроль самостоятельной работы студентов (КСР) 16 час., всего часов аудиторной нагрузки 64 час., в том числе всего часов в интерактивной форме 18 час., самостоятельная работа- 62 час., конт. – 54 час. Форма контроля – экзамен.

3.1. Структура и содержание теоретической части курса

VI семестр

- Тема 1.** Возникновение квантовой теории. Корпускулярная и волновая природа микроскопических объектов. -2 ч.
Энергия и импульс световых квантов. Гипотеза Планка. Эффект Комптона. Плоская волна Де-Бройля, её физический смысл. Комптоновская длина волны и длина волны Де-Бройля. Дифракция микрочастиц.
- Тема 2.** Функция состояний (волновая функция) микросистем и её физический смысл. -2 ч.
Борновская интерпретация волновой функции. Принцип суперпозиции состояний. Разложение произвольного состояния по плоским волнам Де-Бройля. Физический смысл коэффициентов разложения. Определение средних величин.
- Тема 3.** Фазовое пространство квантовой системы. Соотношение неопределенности координата-импульс. -2 ч.
Объяснение фазовое пространство квантовой системы. Вывод соотношения неопределенности Гейзенберга в общем виде (на примере координата-импульс, энергия-время). Оценка энергии основного состояния гармонического осциллятора и атома водорода.
- Тема 4** Математический аппарат квантовой механики. -2 ч.
Операторный формализм. Самосопряженные операторы в гильбертовом

пространстве. Среднее значение любой динамической величины в произвольном состоянии. Основные свойства собственных значений и собственных функций.

5. Тема 5. Вычисление вероятностей.-2 ч.

Вычисление вероятностей результатов измерения динамической величины в произвольном состоянии. Условие одновременной измеримости динамических величин

6. Тема 6 Операторы физических величин их собственные функции-2ч.

Операторы координат, импульсов, момента импульсов. Их собственные функции

7. Тема 7. Оператор Гамильтона. Уравнение Шредингера-2ч

Гамильтониан квантовой частицы и обобщение на случай внешнего поля.. Вырожденные состояния. Уравнение Шредингера. Гамильтониан как генератор эволюции системы во времени. Уравнение непрерывности. Плотность тока.

8. Тема 8. Стационарное уравнение Шредингера -2ч

9. Тема 9. Квантовая теория рассеяния – 2ч.

Упругое рассеяние. Сечение рассеяния.

10. Тема 10. Квантовая теория рассеяния(продолжение)– 2ч. Теория упругого рассеяния в борновском приближении

11. Тема 11. Классическая теория рассеяния. -2ч.

Расчет амплитуды и сечения при рассеянии на кулоновском потенциале. Разложение амплитуды на парциальные волны. Фаза рассеяния.

12. Тема 12. Общий момент электрона. Векторный модель атома -2 ч

Общий момент электрона. Векторной модель атома. LS и jj связи

13. Тема 13. Атомные (спектральные) термы – 2ч.

Основные правила составления атомных термов. Расчет термов в случае эквивалентных и неэквивалентных электронов в системе.

14. Тема 14. Атомные (спектральные) термы (продолжение) – 2ч.

Основные правила составления атомных термов. Расчет термов в случае эквивалентных и неэквивалентных электронов в системе.

15. Тема 15. Квантовая теория переходов под влиянием внешних полей– 2ч.

Явления фотоэлектрического эффекта. Квантовая теория фотоэффекта.

16. Тема 16. Квантовая теория переходов под влиянием внешних полей (продолжение)– 2ч.

Явления фотоэлектрического эффекта. Квантовая теория фотоэффекта.

17. Тема 17. Прохождение частиц через потенциальный барьер. – 2ч.

Вывод формулы для коэффициента прозрачности и отражения при прямоугольной форме барьера.

18. Тема 18. Прохождение частиц через потенциальный барьер (продолжение). – 2ч.

Итого 36 часов

VII семестр

1. Тема 1. Стационарная теория возмущения для невырожденных систем -2

ч.

Теория стационарных возмущений для дискретного спектра. Первое и второе приближения для энергии системы. Переходы системы в новые состояния под влиянием возмущения. Т

2. **Тема 2.** Стационарная теория возмущения для вырожденных систем.-2 ч.
Теория возмущения при наличии вырождения. Первое и второе приближения для энергии системы.
3. **Тема 3.** Простейшие применения теории возмущения. – 2ч.
Ангармонический гармонический осциллятор. Расщепление спектральных линий в электрическом поле. Эффект Штарка для атома водорода.
4. **Тема 4.** Атом в магнитном поле. – 2ч.
Атом в слабом магнитном поле. Эффект Зеемана.
5. **Тема 5.** Квантовая механика тождественных частиц. Бозоны. -2ч.
Вторичное квантование в бозонных система. Вторичное квантование электромагнитного поля без зарядов. Квазичастицы в системе взаимодействующих бозонов.
6. **Тема 6.** Квантовая механика тождественных частиц. Фермионы. -2ч.
Вторичное квантование в фермионной системе. Теорема Ферми. Принцип Паули
7. **Тема 7.** Вторичное квантование в бозонных системах– 2ч.
Чисел заполнения для систем невзаимодействующих фермионов.
8. **Тема 8.** Вторичное квантование в фермионных системах (продолжение)– 2ч. Взаимодействие электронов фононами. Образование куперовских пар электронов
9. **Тема 9.** Квантовая теория рассеяния – 2ч.
Упругое рассеяние. Сечение рассеяния. Теория упругого рассеяния в борновском приближение
10. **Тема10.** Классическая теория рассеяния. -2ч.
Расчет амплитуды и сечения при рассеянии на кулоновском потенциале. Разложение амплитуды на парциальные волны. Фаза рассеяния.
11. **Тема 11.** Общий момент электрона. Векторный модель атома -2 ч
Общий момент электрона. Векторной модель атома. LS и jj связи
12. **Тема 12.** Атомные (спектральные) термы – 2ч.
Основные правила составления атомных термов. Расчет термов в случае эквивалентных и неэквивалентных электронов в системе.
13. **Тема 13.** Квантовая теория переходов под влиянием внешних полей– 2ч.
Явления фотоэлектрического эффекта. Квантовая теория фотоэффекта.
14. **Тема 14.** Прохождение частиц через потенциальный барьер. – 2ч.
Вывод формулы для коэффициент прозрачности и отражения при прямоугольной формы барьера. Туннельный эффект. Холодная эмиссия металлов. Теория радиоактивного распада
15. **Тема 15.** Элементарная теория молекул и химических связей-2ч.
Элементарная теория химических сил на примере молекулы водорода. Классификация электронных состояний молекул.
16. **Тема 16.** Теория химических связей-2ч.

3.2. Структура и содержание практической части курса

VI семестр

1. **Занятие 1.** Эффект Комптона – 2ч.
2. **Занятие 2.** Волны де Бройля. Пакет волн.-2ч.
3. **Занятие 3.** Полуквантовая теория Бора для атома водорода.-2ч
4. **Занятие 4.** Минимальные значения фазового объема частицы. Соотношение неопределенностей "координата-импульс", "энергия-время жизни" – 2ч.
5. **Занятие 5.** Уравнение Шредингера для волновой функции. Борновская интерпретация волновой функции. Стационарное уравнение Шредингера – 2ч.
6. **Занятие 6.** Расчет энергетических уровней атома водорода. Решение задач по излучение и поглощение фотонов атомами -2ч.
7. **Занятие 7.** Энергетический спектр частицы, находящейся в поле гармонического осциллятора – 2ч.
8. **Занятие 8.** Смысл квантовых чисел: n, ℓ, m, s и их возможные принимаемые значение. Расчет возможных число электронов в орбиталях.-2ч.
9. **Занятие 9.** Составление электронных структур элементов таблицы Д.И. Менделеева-2 ч.
10. **Занятие 10.** Расчет спектральных термов атомов-2ч.
11. **Занятие 11.** Химические связи. -2ч
12. **Занятие 12.** Квантовая теория электропроводности-2ч

Итого 24 часа

VII семестр

1. **Занятие 1.** Волновые функции и энергетический спектр частицы, находящейся в поле двумерного гармонического осциллятора – 2ч.
2. **Занятие 2.** Волновые функции и энергетический спектр частицы, находящейся в поле трехмерного гармонического осциллятора – 2ч.
3. **Занятие 3.** Энергетический спектр атома водорода в постоянном магнитном поле – 2ч.
4. **Занятие 4.** Спин. Матрицы Паули – 2ч.
5. **Занятие 5.** Изменение состояния системы под действием внешнего возмущения – 2ч.
6. **Занятие 6.** Холодная эмиссия электронов из металла – 2ч.
7. **Занятие 7.** Излучения и поглощения фотона нестабильным свободным ядром – 2ч.
8. **Занятие 8.** Излучения и поглощения фотона нестабильным свободным ядром (продолжение) – 2ч.

Итого 16 часов

3.3. Структура и содержание КСР

VI семестр

1. **Занятие 1.** Гипотеза Де-Бройля, гипотеза Планка – 2ч.
2. **Занятие 2.** Лазерная конверсия как механизм ускорения фотонов – 2ч.
3. **Занятие 3.** Оценка энергии основного состояния из соотношения неопределенностей для линейного гармонического осциллятора и атома водорода – 2ч.
4. **Занятие 4.** Энергетический спектр и волновые функции частицы в конечной «потенциальной яме» - 2ч.
5. **Занятие 5.** Орбитальный момент. Орбитальное квантовое число – 2ч
6. **Занятие 6.** Прохождение частицы через потенциальный барьер – 2ч.
7. **Занятие 7.** Квантовая частица в потенциальной яме -2ч
8. **Занятие 8.** Энергетический спектр частицы, находящейся в постоянном электрическом поле- 2 ч.
9. **Занятие 9.** Волновые функции частицы, находящейся в поле линейного гармонического осциллятора, соответствующие возбуждениям $n=1,2$ – 2ч.
10. **Занятие 10.** Составление электронных структур атомов таблицы Менделеева-2ч.
11. **Занятие 11.** Вычисление основных термов атомов -2ч
12. **Занятие 12.** Ковалентный связь и их виды.-2ч

Итого 24 час.

VII семестр

1. **Занятие 1.** Заряд в магнитном поле. Эффекты Зеемана – 2ч.
2. **Занятие 2.** Теория возмущения I порядка – 2ч.
3. **Занятие 3.** Энергетический спектр гармонического осциллятора – 2ч.
4. **Занятие 4.** Тонкое расщепление. Гипотеза Уленбека о спине электрона – 2ч.
5. **Занятие 5.** Эффект Штарка – 2ч.
6. **Занятие 6.** Излучение абсолютно черного тела теория Планка – 2ч.
7. **Занятие 7.** Теория Эйнштейна по излучению и поглощению фононов атомами – 2ч.
8. **Занятие 8.** Теория Эйнштейна по излучению и поглощению фононов атомами (продолжение) – 2ч.

Итого 16 часов

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятель-	Ли т-	Ко л- во
----------	----------------------	---	----------	----------------

		ную работу студентов и трудоемкость (в часах)					
		Лек.	Пр.	КСР	СРС		
VI семестр							
1.	Возникновение квантовой теории. Корпускулярная и волновая природа микроскопических объектов.	2			2		
2.	Функция состояний (волновая функция) микросистем и её физический смысл.	2			2		
3.	Эффект Комптона		2		2		
4.	Гипотеза Де-Бройля, гипотеза Планка			2			
5.	Фазовое пространство квантовой системы. Соотношение неопределенности координата-импульс.	2			2		
6.	Вольны де Бройля. Пакет волн.		2		2		
7.	Лазерная конверсия как механизм ускорения фотонов			2			
8.	Математический аппарат квантовой механики.	2			2		
9.	Вычисление вероятностей.	2			2		
10.	Полуквантовая теория Бора для атома водорода.		2		2		
11.	Оценка энергии основного состояния из соотношения неопределенностей для линейного гармонического осциллятора и атома водорода			2			
12.	Операторы физических величин их собственные функции	2			2		
13.	Минимальные значения фазового объема частицы. Соотношение неопределенностей "координата-импульс", "энергия-время жизни"		2		2		
14.	Энергетический спектр и волновые функции частицы в конечной «потенциальной яме»			2			
15.	Оператор Гамильтона. Уравнение Шредингера	2			2		
16.	Стационарное уравнение Шредингера	2			2		
17.	Уравнение Шредингера для волновой функции. Борновская интерпретация волновой функции. Стационарное уравнение Шредингера		2		2		
18.	Орбитальный момент. Орбитальное квантовое число			2			

19.	Квантовая теория рассеяния	2			2		
20.	Расчет энергетических уровней атома водорода. Решение задач по излучение и поглощение фотонов атомами		2		2		
21.	Прохождение частицы через потенциальный барьер			2			
22.	Квантовая теория рассеяния(продолжение)	2			2		
23.	Классическая теория рассеяния	2			2		
24.	Энергетический спектр частицы, находящейся в поле гармонического осциллятора		2		2		
25.	Квантовая частица в потенциальной яме			2			
26.	Общий момент электрона. Векторный модель атома	2			2		
27.	Смысл квантовых чисел: n, ℓ, m, s и их возможные принимаемые значение. Расчет возможных число электронов в орбиталях.		2		2		
28.	Энергетический спектр частицы, находящейся в постоянном электрическом поле			2			
29.	Атомные (спектральные) термы	2			2		
30.	Атомные (спектральные) термы (продолжение)	2			2		
31.	Составление электронных структур элементов таблицы Д.И. Менделеева		2		2		
32.	Волновые функции частицы, находящейся в поле линейного гармонического осциллятора, соответствующие возбуждениям $n=1,2$			2			
33.	Квантовая теория переходов под влиянием внешних полей	2			2		
34.	Расчет спектральных термов атомов		2		2		
35.	Составление электронных структур атомов таблицы Менделеева			2			
36.	Квантовая теория переходов под влиянием внешних полей (продолжение)	2			2		
37.	Прохождение частиц через потенциальный барьер.	2			2		
38.	Химические связи.		2		2		
39.	Вычисление основных термов атомов			2			
40.	Прохождение частиц через потенциальный барьер (продолжение).	2			2		

41.	Квантовая теория электропроводности		2		2		
42.	Ковалентный связь и их виды.			2			
	Итого:	36	24	24	60		
VII семестр							
1.	Стационарная теория возмущения для невырожденных систем	2			2		
2.	Волновые функции и энергетический спектр частицы, находящейся в поле двумерного гармонического осциллятора		2		2		
3.	Стационарная теория возмущения для вырожденных систем.	2			2		
4.	Заряд в магнитном поле. Эффекты Зеемана			2	2		
5.	Простейшие применения теории возмущения.	2			2		
6.	Волновые функции и энергетический спектр частицы, находящейся в поле трехмерного гармонического осциллятора		2		2		
7.	Атом в магнитном поле	2			2		
8.	Теория возмущения I порядка			2	2		
9.	Квантовая механика тождественных частиц. Бозоны	2			2		
10.	Энергетический спектр атома водорода в постоянном магнитном поле		2		2		
11.	Квантовая механика тождественных частиц. Фермионы	2			2		
12.	Энергетический спектр гармонического осциллятора			2	2		
13.	Вторичное квантование в бозонных системах	2			2		
14.	Спин. Матрицы Паули		2		2		
15.	Вторичное квантование в фермионных системах (продолжение)	2			2		
16.	Тонкое расщепление. Гипотеза Уленбека о спине электрона			2	2		
17.	Квантовая теория рассеяния	2			2		
18.	Изменение состояния системы под действием внешнего возмущения		2		2		
19.	Классическая теория рассеяния.	2			2		
20.	Эффект Штарка			2	2		
21.	Общий момент электрона. Векторный модель атома	2			2		
22.	Холодная эмиссия электронов из металла		2		2		
23.	Атомные (спектральные) термы	2			2		

24.	Излучение абсолютно черного тела теория Планка			2	2		
25.	Квантовая теория переходов под влиянием внешних полей	2			2		
26.	Излучения и поглощения фотона нестабильным свободным		2		2		
27.	Прохождение частиц через потенциальный барьер	2			2		
28.	Теория Эйнштейна по излучению и поглощению фононов атомами			2	2		
29.	Элементарная теория молекул и химических связей	2			2		
30.	Излучения и поглощения фотона нестабильным свободным ядром (продолжение)		2		2		
31.	Теория химических связей	2			2		
32.	Теория Эйнштейна по излучению и поглощению фононов атомами (продолжение)			2	2		
	Итого:	32	16	16	62		

Формы контроля и критерии начисления баллов

Контроль усвоения студентом каждой темы осуществляется в рамках балльно-рейтинговой системы (БРС), включающей текущий, рубежный и итоговый контроль.

Итоговая форма контроля по дисциплине (зачет) проводится в форме тестирования.

Таблица 4.

Неделя	Активное участие на лекционных занятиях, написание конспекта и выполнение других видов работ*	Активное участие на практических (семинарских) занятиях, КСР	СРС Написание реферата, доклада, эссе Выполнение других видов работ	Выполнение положения высшей школы (установленная форма одежды, наличие рабочей папки, а также других пунктов устава высшей школы)	Административный балл за примерное поведение	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
2	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
3	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
4	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
5	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
6	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
7	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5

8	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
Первый рейтинг	20	40	20	20	-	100
10	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
11	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
12	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
13	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
14	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
15	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
16	2,5	5	2,5	2,5	-	12,5
Второй рейтинг	20	40	20	20		100
ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ (зачет, зачет с оценкой, экзамен)						100

***Примечание:** в случае отсутствия лекционных занятий по дисциплине, баллы начисляются за активное участие в практических (семинарских) занятиях, КСР (см. графы 2 и 3 Таблицы с баллами).

Формула вычисления результатов дистанционного контроля и итоговой формы контроля по дисциплине за семестр:

$$ИБ = \left[\frac{(P_1 + P_2)}{2} \right] \cdot 0,49 + Эи \cdot 0,51$$

где ИБ – итоговый балл, P_1 - итоги первого рейтинга, P_2 - итоги второго рейтинга, $Эи$ – результаты итоговой формы контроля (зачет, зачет с оценкой, экзамен).

4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа студентов рассматривается как одна из форм обучения, которая предусмотрена Федеральным Государственным образовательным стандартом и рабочим учебным планом по направлению подготовки «Физика». Целью самостоятельной работы студентов является обучение навыкам работы с учебной и научной литературой и практическими материалами, необходимыми для изучения курса «Физика» и развития у них способностей к самостоятельному анализу полученной информации.

В процессе изучения дисциплины, студенты должны выполнять следующие виды самостоятельной работ в указанной форме контроля и сроки выполнения.

4.1. План-график самостоятельной работы студентов по данной дисциплине

№ п/п	Объем СРС в часах	Тема СРС	Форма и вид СРС	Форма контроля
VI семестр				
1	4	Плоская волна Де-Бройля, её физический смысл. Комптоновская длина волны и длина волны Де-Бройля. Дифракция микрочастиц	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ (Индивидуальное домашнее задание)	Поощрение баллами
2	4	Разложение произвольного состояния по плоским волнам Де-Бройля. Физический смысл коэффициентов разложения. Формализм Дирака	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Поощрение баллами
3	4	Оценка энергии основного состояния гармонического осциллятора и атома водорода	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Поощрение баллами
4	4	Основные свойства собственных функций. Вычисление вероятностей результатов измерения динамической величины в произвольном состоянии. Условие одновременной измеримости динамических величин	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Поощрение баллами
5	4	Нормировка плоских волн. Стационарные состояния. Стационарное уравнение Шредингера. Феноменологическое описание квазистационарных состояний. Естественная ширина спектральных линий и время жизни	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Поощрение баллами
6	4	Уравнение Шредингера для волновой функции. Борновская интерпретация волновой функции. Стационарное уравнение Шредингера	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Поощрение баллами
7	4	Энергетический спектр. Волновая функция основного состояния. Матричные элементы оператора координаты.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Поощрение баллами
8	4	Алгебра моментов количества движения. Собственный момент количества движения (спин) Спектры квадрата момента и 3-ей проекции. Собственные функции	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Поощрение баллами

		орбитального момента количества движения.		
9	4	Атом водорода, его спектр и волновая функция основного состояния. Вырождение энергетических уровней и его природа. Токи в атомах, магнитный момент атома	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Поощрение баллами
10	4	Волновая функция и энергетический спектр. Частичное снятие вырождения.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Поощрение баллами
11	5	Теплоемкость при различных температурах	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Поощрение баллами
12	5	Зонная структура спектра. Разложение спектра на "дне" и "краях" зоны Бриллюэна. Метод "эффективной массы".	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Поощрение баллами
13	5	Спиновые функции. Уравнение Паули. Движение спина в постоянном и переменном магнитных полях.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Поощрение баллами
14	5	Подробный анализ двукратного вырождения. Частичное снятие вырождения.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Поощрение баллами
	Итого: 60			
VII семестр				
1.	7	Волновые функции и энергетический спектр частицы, находящейся в поле двумерного гармонического осциллятора	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
2.	7	Волновые функции и энергетический спектр частицы, находящейся в поле трехмерного гармонического осциллятора	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
3.	7	Причина квантования энергии. Энергетический спектр атома водорода в постоянном магнитном поле	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
4.	7	Связь между амплитудой рассеяния и асимптотическим поведением волновой функции. Сечение рассеяния. Борновское приближение для амплитуды рассеяния.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
5.	7	Изменение состояния системы под	Письменное решение упражнений и задач.	Защита работы

		действием внешнего возмущения	ИДЗ	
6.	7	Условие упругой унитарности. Оптическая теорема. Модель абсолютно черного тела	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
7.	7	Трехмерный потенциальный барьер Квazистационарные состояния. Теория радиоактивного распада.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
8.	7	Энергия отдачи ядра и вклад ее в энергию фотона. Ядро в поле осциллятора.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
9.	6	Электронная конфигурация химических элементов. Спектральные термы.	Письменное решение упражнений и задач. ИДЗ	Защита работы
	Итого: 62			

4.2. Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний; формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Образовательное учреждение самостоятельно планирует объем внеаудиторной самостоятельной работы по каждой учебной дисциплине и профессиональному модулю, исходя из объемов максимальной и обязательной учебной нагрузки обучающегося.

Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине и профессиональному модулю выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя без его непосредственного участия.

Объем времени, отведенный на внеаудиторную самостоятельную работу, находит отражение:

- в учебном плане, в целом по теоретическому обучению, по циклам, дисциплинам, по профессиональным модулям и входящим в их состав междисциплинарным курсам;
- в программах учебных дисциплин и профессиональных модулей с распределением по разделам или темам.

4.3. Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

Методические указания к выполнению реферата:

- Тема реферата;

- Цель реферата: привить обучающимся навыки самостоятельного исследования той или иной проблемы естествознания.

- Исходные требования. Выбор темы реферата определяется обучающимися самостоятельно в соответствии с «Перечнем тем рефератов» и утверждается преподавателем профессионального модуля.

Перечень тем реферата периодически обновляется и дополняется. Обучающиеся вправе самостоятельно выбрать любую тему реферата.

При написании доклада по заданной теме следует составить план, подобрать основные источники. Работая с источниками, следует систематизировать полученные сведения, сделать выводы и обобщения. К докладу по крупной теме привлекается несколько студентов, между которыми распределяются темы для выступления. В учебных заведениях доклады содержательно практически ничем не отличаются от рефератов и являются зачётной работой.

Реферат – краткое изложение в письменном виде или в форме публичного доклада содержания научного труда или трудов, обзор литературы по теме. Это самостоятельная научно-исследовательская работа студента, в которой раскрывается суть исследуемой проблемы. Изложение материала носит проблемно-тематический характер, показываются различные точки зрения, а также собственные взгляды автора на проблему.

Содержание реферата должно быть логичным. Объем реферата, как правило, от 5 до 10 страниц от руки. Темы реферата разрабатывает преподаватель, ведущий данную дисциплину. Перед началом работы над рефератом следует наметить план и подобрать литературу. Прежде всего, следует пользоваться литературой, рекомендованной учебной программой, а затем расширить список источников, включая и использование специальных журналов, где имеется новейшая научная информация.

Структура реферата:

- Титульный лист.
- Оглавление.
- Введение (дается постановка вопроса, объясняется выбор темы, её значимость и актуальность, указываются цель и задачи реферата, дается характеристика используемой литературы).

4.4. Критерии оценки выполнения самостоятельной работы представлены

в Фонде оценочных средств.

Критериями для оценки самостоятельной работы могут служить:

- точность ответа на поставленный вопрос;
- формулировка целей и задач работы;
- раскрытие (определение) рассматриваемого понятия (определения, проблемы, термина);
- четкость структуры работы;
- самостоятельность, логичность изложения;
- наличие выводов, сделанных самостоятельно

5. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

1. Ефремов, Ю. С. Квантовая механика [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Ю. С. Ефремов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 458 с. <http://biblio-online.ru>
2. Хренников, А. Ю. Квантовая физика и неколмогоровские теории вероятностей [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А. Ю. Хренников. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 219 с.
3. Горлач, В. В. Физика: квантовая физика. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В. В. Горлач. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2024. — 114 с.

5.2. Дополнительная литература

1. Блохинцев Д. И. Основы квантовой механики / Д. И. Блохинцев. — 5-е изд. — М. : Наука, 1976. — 664 с.
2. Ландау Л. Д. Квантовая механика : Теоретическая физика, том III / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. — 5-е изд. — М. : Наука, 1989. — 767 с.
3. Давыдов А.С. Квантовая механика : учеб. пособие для студ. ун-тов и тех. вузов / А. С. Давыдов. — 3-е изд., стер. — СПб. : БХВ-Петербург, 2011. — 703 с. Галицкий В.М. Задачи по квантовой механике : учеб. пособие для физ. спец. вузов / В. М. Галицкий, Б. М. Карнаков, В. И. Коган. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Наука, 1992. — 878 с.
4. Липкин Г. Квантовая механика. Новый подход к некоторым проблемам / Г. Липкин. — М.: Мир, 1977. — 592 с.
5. Боум А. Квантовая механика: основы и приложения / А. Боум. — М. : Мир, 1990. — 720 с.

5.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

Интернет:

1. <http://webmath.exponenta.ru>.
2. <http://mirknig.com>.
3. <http://www.toehelp.ru>.
4. <http://e.lanbook.com>
5. <http://ibooks.ru>

ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. ЭБС «Издательство Лань» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа <https://e.lanbook.com/>;
2. ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа <https://biblio-online.ru/>;

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Студенты, изучающие курс «Квантовая теория должны обратить внимание на современных подходах изучения процессов и явлений природы. Необходимо больше внимание уделять использованию возможностей практических и самостоятельных работ. Четко представлять основные понятия ООП. Структура и свойства объектов природы отражать на модули особого вида, объединяющие данные и процедуры их обработки. Кроме того студенты должны достаточно хорошо владеть размерностями физических величин. Знать основные и вспомогательные единицы измерения. Создать квантовые модели объектов микроскопического мира, математически описать их и получить данные. Обратить внимание на основные постулаты принципы и концепции квантовой физики. Логически и теоретически связать микро- и макропараметров. Найти связь между структурой и свойством объекта. Отличить классического подхода от неклассического-квантового. При решении задач и исследование объектов применять системного метода.

Общую схему изучения предмета «Квантовая теория» можно представить в следующем виде:

- Приобретение необходимых знаний по общим методологиям естествознанием.
- Приобретение необходимых знаний и навыков по решению задач и проведение самостоятельных работ.
- Приобретение необходимых знаний и навыков по использованию основных принципов и концепции естествознания.
- Приобретение необходимых знаний и навыков для решения тестовых задач.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

При проведении занятий по дисциплине «Квантовая теория» используются как классические формы и методы обучения (лекции, практические занятия), так и активные методы обучения (контрольно-обучающие программы тестирования по всем разделам изучаемого материала, работа с ЭУК при подготовке к занятиям, контрольным работам и рейтингового

контроля.). Применение любой формы обучения предполагает также использование новейших ИТ-обучающих технологий.

При проведении лекционных занятий по дисциплине «Аналитическая геометрия» целесообразно использовать мультимедийное презентационное оборудование, чтобы сделать более наглядными и понятными доказательства теорем, методики и алгоритмы решения задач и примеров, иллюстрирующих теоретические выводы и их прикладную направленность. Преподаватель использует компьютерные и мультимедийные средства обучения (презентации, содержащиеся в ЭУК), а также наглядно-иллюстрационные (в том числе раздаточные) материалы.

В Университете созданы специальные условия обучающихся с ограниченными возможностями здоровья - специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания организаций и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, а также обеспечивается:

- наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проёмов, лифтов).

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

Форма итоговой аттестации: 6 семестр – зачет, 7 семестр – экзамен.

Итоговая система оценок по кредитно-рейтинговой системе с использованием буквенных символов

Оценка по буквенной	Диапазон соответствующих	Численное выражение	Оценка по традиционной системе
---------------------	--------------------------	---------------------	--------------------------------

системе	наборных баллов	оценочного балла	
A	10	95-100	Отлично
A-	9	90-94	
B+	8	85-89	Хорошо
B	7	80-84	
B-	6	75-79	
C+	5	70-74	Удовлетворительно
C	4	65-69	
C-	3	60-64	
D+	2	55-59	
D	1	50-54	
Fx	0	45-49	Неудовлетворительно

Содержание текущего контроля, промежуточной аттестации, итогового контроля раскрываются в фонде оценочных средств, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС ВО.

ФОС по дисциплине является логическим продолжением рабочей программы учебной дисциплины. ФОС по дисциплине прилагается.