

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет
имени Коста Левановича Хетагурова»*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Квантовая теория»**

Направление **03.03.02 Физика**

Профили: «Физика конденсированного состояния»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Год начала подготовки - 2026

Утверждена в составе ОПОП.

Составитель: доцент кафедры физики конденсированного состояния, В.И. Кесаев

Владикавказ 2026

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетные единицы (252 часа). Форма промежуточной аттестации – экзамен

	Очная форма обучения	
Курс	3	
Семестр	6, 7	7
Лекции	32	32
Практические занятия	32	32
СРП		18
Итого аудиторных занятий	64	82
Самостоятельная работа	44	26
Форма контроля	зачёт	
	108	144
Контроль	36	
Общее количество часов	252	

2. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины

Профессиональная деятельность специалиста по специальности «Физика», изучающего курс квантовая теория направлена на возможность освоения новых теорий и моделей; исследований и оценку состояния и обработки полученных результатов научных исследований на современном уровне и их анализ.

Студенты, окончившие курс «Квантовая теория», должны быть подготовлены к решению следующих задач:

- научные исследования поставленных проблем;
- формулировка новых задач, возникающих в ходе научных исследований;
- разработка новых методов исследований;
- выбор необходимых методов исследования;
- освоение новых методов научных исследований;
- освоение новых теорий и моделей;
- обработка полученных результатов научных исследований на современном уровне и их анализ;
- работа с научной литературой с использованием новых информационных технологий, слежение за научной периодикой.

3. Место дисциплины в структуре ОПОП: Базовая часть. Б1.О.21.03

Данная учебная дисциплина включена в раздел Б1.О.21.03 «Общепрофессиональный» основной образовательной программы 03.03.02 Физика. Осваивается на 3 и 4 курсе, 6 и 7 семестре.

Курс "Квантовая теория"(Б1.О.21.03), читаемый после разделов "Теоретическая механика" и "Электродинамика" курса теоретической физики, представляет собой теоретическую основу для последующих разделов курса теоретической физики. В нем вводятся основные понятия и методы квантовой теории, способы теоретического описания, количественного и качественного анализа

квантовых процессов в системах, состоящих из одной или многих частиц, а также в системах с неопределенным или меняющимся числом частиц.

Структура учебной дисциплины. Курс «Квантовая теория» включает в себя следующие большие темы: Причины несостоятельности классической физики для описания явлений микромира; Уточнение основных положений физики, таких как физическая величина, состояние, закон движения, в виде постулатов квантовой теории; использование новых понятий в модельных задачах и качественное описание явлений микромира; Точно решаемые задачи квантовой теории; Методы приближенного решения задач и их использование для описания явлений.

Особенности изучения дисциплины. Курс рассчитан на студентов-физиков, имеющих подготовку по общей физике и математике в объеме обычной университетской программы. В частности, предполагается, что студенты знакомы с качественным описанием отдельных квантовых явлений из области атомной и ядерной физики, оптики, физики твердого тела, а также знакомы с элементами теории линейных операторов в гильбертовом пространстве.

Требования к уровню усвоения содержания курса. Понимание области применимости отдельных разделов физики и их взаимосвязь, владение «математическим языком» квантовой теории и причин, его использования, знание теоретического материала и его использование при решении конкретных задач, умение читать современную литературу по физике, понимание главных проблем этой науки, грамотное использование получаемых знаний и умений в специальных дисциплинах.

4. Требования к результатам освоения дисциплины

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями (результатами освоения образовательной программы):

Коды компетенций	Содержание компетенций	
ПК-2	Способен развивать и применять фундаментальные математические и физические основы связи и информационно-коммуникационных технологий	ПК-2.1: Создает условия для достижения обучающимися всех видов образовательных результатов (предметных, метапредметных и личностных) ПК-2.2: Анализирует компоненты образовательной среды и их дидактические возможности, критерии и показатели психологической безопасности ПК-2.3: Понимает алгоритм проектирования психодидактического компонента образовательной среды ПК-2.4: Демонстрирует экспертные методы оценки эффективности и развивающего потенциала образовательной среды
ПК-4	Способен реализовывать фундаментальные и прикладные исследования в области физики Космоса	ПК-4.1. Анализирует отечественный и зарубежный опыт по разработке методов проведения физических исследований с помощью современной приборной базы. ПК-4.2. Демонстрирует знание принципов организации и

		проведения экспериментальных исследований. ПК-4.3. Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений. ПК-4.4. Оформляет результаты исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических разработок.
--	--	---

Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

Коды компетенций ОПОП	Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП		
	Знать	Уметь	Владеть
ПК-2	основные физические явления и основные законы физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; • основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;	• объяснить основные наблюдаемые природные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; указать, какие законы описывают данное явление или эффект; истолковывать смысл физических величин и понятий; • записывать уравнения для физических величин в системе СИ;	• использования основных общефизических законов и принципов в важнейших практических приложениях; применения основных методов физикоматематического анализа для решения естественнонаучных задач;
ПК-4	• фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; • назначение и принципы действия используемых физических приборов;	• использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных; • использовать методы адекватного физического и математического моделирования, а также применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем;	• правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории; • обработки и интерпретирования результатов эксперимента; • использования методов физического моделирования в производственной практике.

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учетом региональных особенностей и профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

[Введите текст]

5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Литература
	л	пр	Содержание	Часы		
Введение Основные положения классической физики: описание состояния и закон движения, измеримость. Дуализм явлений микромира, дискретные свойства волн, волновые свойства частиц. Причины несостоятельности классического подхода в микромире. Принцип неопределенностей.	6	4	История становления квантовой механики. Математический аппарат физики микромира		Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	Осн. лит [1]-[2], Доп. Лит [1]-[3],
Первый квантовый постулат – динамические переменные как операторы. Квантование физических величин “Эффект вмешательства” процесса измерения на состояние микрообъекта. Динамическая физическая величина с учетом ее измеримости. Дискретность. Операторы физических величин. Правила фон Неймана построения операторов физических величин. Квантовые скобки Пуассона. Постоянная Планка. Перестановочные соотношения. Уравнения квантования. Координатное представление. Практический рецепт построения операторов физических величин, имеющих классический аналог. Операторы координат, импульса, момента импульса, кинетической и полной энергии.	10	10	Особая роль декартовой системы координат. Теория представлений		Устный опрос, доклад, конспект,	Осн. лит [1]-[2], Доп. Лит [1]-[3],

Второй квантовый постулат – описание состояния в микромире. Смешанные и чистые состояния. Задание микросостояния макро обстановкой, эквивалентные состояния, квантовые ансамбли. Процесс измерения и роль средних значений результатов измерений. Наблюдаемые и состояния. Среднее значение физической величины как операторночисловой функционал, оператор состояния и его свойства. Чистые и смешанные состояния, проектор, нормированный кет-вектор и волновая функция. Принцип суперпозиции.	6	6	Чистые и смешанные состояния, проектор, нормированный кет-вектор и волновая функция. Принцип суперпозиции.		Устный опрос, доклад, конспект, коллоквиум	Осн. лит [1]-[2],
						Доп. Лит [1]-[3],
Третий квантовый постулат – эволюция состояний. Представление Шредингера, Гейзенберга, принцип соответствия. Эволюция чистого состояния, оператор эволюции и его свойства, гамильтониан. Уравнение Шредингера. Эволюция смешанных состояний, уравнение фон Неймана. Изменение средних со временем (эволюция физических величин), интегралы движения. Представление Гейзенберга и принцип соответствия. Теоремы Эренфеста. Соотношения между классической и квантовой механикой. Стационарные состояния. Соотношение неопределенности энергиявремя. Вычисление вероятностей результатов измерений физических величин.	10	10	Стационарные состояния. Соотношение неопределенности энергия-время. Вычисление вероятностей результатов измерений физических величин.		Устный опрос, конспект, доклад,	Осн. лит [1]-[2], Доп. Лит [1]-[3],
Одномерное движение, модельные задачи Свободная частица, волновые пакеты, связь с когерентными состояниями. Кусочнопостоянный потенциал. Движение в однородном поле. Квазиклассическое приближение. Туннельный эффект. Гармонический осциллятор: решение в координатном	10	6	Гармонический осциллятор: решение в координатном представлении и в общем виде, с использованием только перестановочных соотношений (Общие свойства одномерного движения		Устный опрос, конспект, доклад, коллоквиум	Осн. лит [1]-[2], Доп. Лит [1]-[3],

представлении и в общем виде, с использованием только перестановочных соотношений (Общие свойства одномерного движения гармонического осциллятора)			гармонического осциллятора)			
Движение в центральном поле Общая теория движения в центральном поле, разделение переменных, радиальное уравнение Шредингера. Теория момента: момент и его квантование, спин. Кулоновское поле, полное решение задачи о движении водородоподобного атома	6	6	Кулоновское поле, полное решение задачи о движении водородоподобного атома		Устный опрос, конспект, доклад,	Осн. лит [1]-[2], Доп. Лит [1]-[3],
Приближенные методы решения задач квантовой механики Вариационный метод. Оценка энергии основного состояния атома гелия. Теория возмущений для стационарных задач: поправки первого и второго порядков в случае невырожденных уровней, теория возмущений при наличии вырождения. Эффект Штарка у атома водорода. Теория возмущений для нестационарных задач. Вероятность квантовых переходов под действием возмущения. Общая теория переходов.	6	8	Эффект Штарка у атома водорода. Теория возмущений для нестационарных задач. Вероятность квантовых переходов под действием возмущения. Общая теория переходов.		Устный опрос, конспект, доклад,	Осн. лит [1]-[2], Доп. Лит [1]-[3],
Элементы теории рассеяния Общая теория упругого рассеяния. Амплитуда рассеяния и дифференциальное сечение рассеяния. Рассеяние в центральном поле. Парциальные амплитуды и фазы рассеяния. Борновское приближение.	6	10	Парциальные амплитуды и фазы рассеяния. Борновское приближение.		Устный опрос, конспект, доклад, презентация	Осн. лит [1]-[2], Доп. Лит [1]-[3],
Основы релятивистской квантовой механики Ковариантность законов физики. Основные противоречия классической квантовой механики. Уравнение Клейна-Гордона-Фока, его интерпретация и решение для свободной частицы. Частицы и античастицы. Уравнение Дирака и его решение для свободной частицы. Спин.	6		Релятивистские поправки к движению электрона в электромагнитном поле, уравнение Паули, спинорбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра атома водорода.		Устный опрос, конспект, доклад, коллоквиум	Осн. лит [1]-[2], Доп. Лит [1]-[3],

Релятивистские поправки к движению электрона в электромагнитном поле, уравнение Паули, спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра атома водорода.						
ИТОГО	64	64		109		

Примечания:

- Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основании локальных нормативных актов.
- В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по индивидуальной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины может осуществляться через индивидуальные консультации преподавателя очно, в часы консультаций, по электронной почте, а также с использованием Webex, платформы дистанционного обучения Moodle, личный кабинет студента на сайте СОГУ, других элементов ЭИОС СОГУ.

6. Образовательные технологии

Традиционные лекции и практические (семинарские) занятия с использованием современных интерактивных технологий. Лекции с использованием мультимедийных презентаций, лекции-беседы, лекции-диалоги, эвристические лекции, лекциивизуализации, практические занятия, самостоятельная работа студентов, компьютерное тестирование.

Лекция-диалог – содержание подается через серию вопросов, на которые студент должен отвечать непосредственно в ходе лекции.

Лабораторное занятие - форма учебного занятия, при которой студент под руководством преподавателя проводит естественные или имитационные эксперименты или опыты с целью подтверждения отдельных теоретических положений определенной учебной дисциплины, приобретает практические навыки работы с лабораторным оборудованием, оборудованием, вычислительной техникой, измерительной аппаратурой, методикой экспериментальных исследований. Лабораторные занятия не только закрепляют теоретические знания, но и позволяют студенту глубоко изучать механизм применения этих знаний, овладевать важным для специалиста умением интеллектуального проникновения в те естественно-технические или производственные процессы, которые исследуют на лабораторном занятии. Под влиянием этой формы занятий студентов часто возникают новые идеи научного и технического характера, которые используются в курсовых, квалификационных, дипломных работах. Лабораторные занятия в значительной степени обеспечивают отработку умений и навыков принятия практических решений в реальных условиях производства.

Лабораторные занятия не только закрепляют теоретические знания, но и позволяют студенту глубоко изучать механизм применения этих знаний, овладевать важным для специалиста умением интеллектуального проникновения в те естественно-технические или производственные процессы, которые исследуют на лабораторном занятии. Под влиянием этой формы занятий студентов часто возникают новые идеи научного и технического характера, которые используются в курсовых, квалификационных, дипломных работах. Лабораторные занятия в значительной степени обеспечивают отработку умений и навыков принятия практических решений в реальных условиях производства.

Перечень тем лабораторных занятий определяется рабочей программой учебной дисциплины. Количество студентов на таких занятиях не превышает половины академической группы. Приступая к работе в лаборатории, студенту следует знать, что любое несоблюдение расписания занятий и дисциплины будет считаться нарушением его служебных обязанностей. Преподаватель, который впервые встречается со студентами на вводном занятии, должен ознакомить их с общими правилами работы в лаборатории, которые они обязаны неукоснительно выполнять.

Онлайн-семинар – разновидность веб-конференции, проведение онлайн-встреч или презентаций через Интернет в режиме реального времени. Каждый из участников находится у своего компьютера (средства связи), а связь между ними поддерживается через Интернет посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника (Zoom, Meet, Skype и др.).

Видеоконференция – сеанс видеоконференцсвязи (ВКС) – это технология интерактивного взаимодействия двух и более участников образовательного процесса для обмена информацией в реальном режиме времени.

Используются интерактивные методы обучения: ситуационные задачи, исследовательский метод обучения, деловые игры, подготовка и публичная защита рефератов. Используются рейтинговая технология, технологии дистанционного обучения. Используются интерактивные методы обучения: ситуационные задачи, исследовательский метод обучения, деловые игры, подготовка и публичная защита рефератов.

Технология электронного обучения (реализуется при помощи электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) СОГУ при использовании ресурсов ЭБС, при проведении автоматизированного компьютерного тестирования и т. д.).

Используются балльно-рейтинговая система оценки знаний, технологии с применением дистанционного обучения на платформе <http://lms.nosu.ru/>.

Примечания:

- Все виды учебной работы могут проводиться дистанционно на основе локальных нормативных актов.

7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся является одним из видов учебных занятий.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; – развития исследовательских умений.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется на протяжении изучения всей дисциплины в соответствии с утвержденной в учебном плане трудоемкостью и состоит из:

- работы студентов с лекционными материалами, поиска и анализа литературы и электронных источников информации по заданной теме;
- выполнения заданий для самостоятельной работы в ЭИОС СОГУ;
- изучения теоретического и статистического материала для подготовки к семинарским занятиям;
- подготовки к экзамену.

Самостоятельная работа студентов проводится в виде письменных домашних заданий (в том числе, разноуровневых заданий), подготовки конспектов по темам практических занятий. Студенты письменно выполняют задания для самостоятельной работы, пользуясь теоретическим материалом (лекции, учебная литература и интернетресурсы по данной теме), после чего проводится обсуждение данной темы под руководством преподавателя.

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, а также учебная литература и методический материал по организации самостоятельной работы студентов отражены в

Учебно-методической карте дисциплины «Неорганическая химия» (Табл. 5.1.), а также на сайте дистанционного обучения СОГУ площадка системы «MOODLE» по ссылке: <http://lms.nosu.ru/>.

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе, студентам следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме.

При подготовке заданий по самостоятельной работе студентам необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как общие поисковые системы:

www.yandex.ru, www.google.ru, а также специальные поисковые системы: www.chem.msu.su, www.chemnavigator.hotbox.ru.

Задания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Квантовая физика»

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, должна соответствовать более глубокому усвоению изучаемого курса, формировать навыки исследовательской работы и ориентировать студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторные занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Задания по самостоятельной работе по дисциплине могут быть следующих видов:

- конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
- проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях и деловых играх;
- выполнение контрольных работ, творческих (проектных) заданий;
- решение задач;
- моделирование и/или анализ конкретных проблемных ситуаций;
- анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа и т.д.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

Самостоятельная работа студентов включает выполнение домашних заданий к каждому лабораторному и практическому занятию. Задания содержат устную подготовку по теоретическим вопросам.

Для подготовки к занятиям студенты пользуются учебниками и учебными пособиями, указанными в списке рекомендованной литературы, а также интернетисточниками. Все методические материалы представлены в системе

дистанционного обучения СОГУ (Сайт ДО СОГУ на площадке системы «MOODLE» по ссылке: <http://lms.nosu.ru/>).

Методические рекомендации по использованию информационно-коммуникативных технологий обучения

Для изучения лекционного материала дисциплины применяются аудиовизуальные (мультимедийные) технологии, которые не отрицают традиционные, проверенные временем методы преподавания, но, при этом, они повышают наглядность, информативность, оперативность в подаче информации, позволяют экономить время занятий.

Каждое практическое (семинарское) занятие имеет свою особую форму проведения, свою методологическую специфику, что позволяет развивать у студентов различные как общекультурные, так и профессиональные компетенции. Постановка проблемы, разбор актуальных конкретных и гипотетических ситуаций, создание атмосферы диалога между преподавателем и группой позволяет работать индивидуально и в малых группах, коллективно обсуждать определенный тематический материал, а также инициировать самостоятельную работу студентов. При осмыслении содержания вопросов практических занятий преследуется цель соблюдать преемственность в профессиональном и в творческом развитии студентов.

Контроль самостоятельной работы студентов призван сделать процесс обучения более целостным и органичным. Его задача не оставить без внимания даже, на первый взгляд, малозначительные вопросы.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Посещение лекционных занятий и конспектирование лекционного материала является недостаточным условием для успешного усвоения дисциплины. Студенту необходимо систематически работать с учебной и методической литературой, рекомендуемой по каждому разделу лектором, дополняя конспект лекций необходимыми пояснениями, уточнениями и терминами по изучаемой теме. Необходимо писать конспекты лекций: кратко, схематично. Последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверять термины, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Лабораторное занятие	Лабораторные занятия направлены на формирование практических умений, связанных с организацией активного взаимодействия участников

	образовательного процесса по изучению материала, закрепление практических навыков для решения профессиональных задач. При подготовке к занятиям необходимо повторить лекционный материал по изучаемой теме, изучить материал, рекомендованный преподавателем по спискам литературы. Подготовка к лабораторным занятиям преследует две основные цели: первое - повторение изученного материала. Для этого используются конспекты лекций, рекомендованная 15 основная и дополнительная литература; второе - углубление знаний по теме. Лабораторные занятия служат для закрепления теоретических основ, излагаемых в лекциях, получения практических навыков решения профессиональных задач. Они проходят с использованием стендов, методических указаний, учебно-наглядных пособий, в которых отражен необходимый минимум задач для освоения разделов и тем дисциплины. Завершающей частью лабораторной работы является оформление в рабочей тетради отчета. Содержание отчета определяется темой занятия и может включать в себя вопросы различного характера. Так при проведении лабораторной работы в состав отчета могут входить: краткое описание методики выполнения работы; схема лабораторной установки; необходимые расчеты по обработке полученной информации; анализ полученных данных и общее заключение (выводы). Дополнительные и индивидуальные требования изложены в методических пособиях к каждой лабораторной работе
Письменные домашние задания (конспект)	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление конспектов по прочитанным литературным источникам и др. При подготовке к занятию необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу. По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе, следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как общие поисковые системы: www.yandex.ru, www.google.ru, а также специальные поисковые системы: www.chem.msu.su, www.chemnavigator.hotbox.ru.
Контрольная работа (колоквиум)	Цель контрольной работы - проверка развития навыков, усвоения и закрепления материала, полученных при изучении дисциплины, и выполняется студентами заочного обучения. Работа выполняется по индивидуальным заданиям машинописным или рукописным текстом. Работа дает возможность установить степень усвоения материала и умение применять знания, полученные при изучении дисциплины. Работа способствует овладению материалом, прививает навыки в самостоятельном решении практических вопросов и в работе с литературой.
Экзамен	Оценка ответа на экзамене проводится в соответствии с Положением о балльно - рейтинговой системе оценки знаний студентов СОГУ.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, рубежной аттестации и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Рабочая программа предусматривает проведение лекционных и практических занятий, а также следующие виды работ: самостоятельную работу студентов по подготовке устных сообщений, написанию докладов и эссе, подготовку презентаций и обсуждений по темам дисциплины - работу в активной и интерактивной формах.

Рабочая программа предполагает текущий и промежуточный контроль знаний.

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра или учебного года. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля выступают опросы на семинарских и практических занятиях, а также короткие (до 15 мин.) задания, выполняемые студентами в начале лекции с целью проверки наличия знаний, необходимых для усвоения нового материала или в конце лекции для выяснения степени усвоения изложенного материала.

Рубежный контроль осуществляется по окончании изучения материала модуля в заранее установленное время. Рубежный контроль проводится с целью определения качества усвоения материала учебного модуля в целом. В течение семестра проводится два таких контрольных мероприятия по графику.

Методика формирования результирующей оценки

Минимальное количество баллов, которое студент может набрать в ходе изучения курса для получения экзамена, – 50; максимальное – 100. Баллы складываются из следующих показателей: за регулярные выступления и работу на лабораторных и практических занятиях, решение задач и выполнение самостоятельной работы – до 20 баллов за каждый рубеж; за тестирование – до 15 баллов на каждой рубежной контрольной, до 30 баллов на устном ответе.

БАЛЛЬНАЯ СТРУКТУРА ОЦЕНКИ

Форма контроля	Мин. кол-во баллов	Макс. кол-во баллов
Текущая оценка студента в течение 1-8 недели состоит из: • <i>Работы на лекциях</i> • <i>Выполнения заданий на лабораторных занятиях</i> • <i>Выполнения домашних заданий</i> • <i>Самостоятельных работ</i>	0 0 0 0 0	20 4 6 6 4
1-я контрольная аттестация	0	15
Текущая оценка студента в течение 9-17 недели состоит из: • <i>Работы на лекциях</i> • <i>Выполнения заданий на лабораторных занятиях</i> • <i>Выполнения домашних заданий</i> • <i>Самостоятельных работ</i>	0 0 0 0 0	20 4 6 6 4
2-я контрольная аттестация	0	15
Итого	0	70

Контрольные задания (демоверсии) для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

1) Типовые задания для практических (семинарских) занятий

1. Математический аппарат квантовой теории. ([11], стр.73-75, №8-15, 23-29).
3. Квантование физических величин. ([10], №1.17-1.24, 1.32-1.34, [11], стр.76, №38,41-42).
4. Бозе-оператор, оператор числа частиц. Вторичное квантование, системы с неопределенным числом частиц. ([13], стр.21, №6).
5. Стационарные состояния дискретного спектра. ([10], №2.1-2.5, 2.7).
6. Гармонический осциллятор. ([11], стр.76, №46-49, [10], 2.35).
- 7-8. Прохождение через потенциальные барьеры. ([11], стр.81-82, №103-106).
9. Радиоактивный распад. ([11], стр.82, №107).
- 10-11. Классические частицы в электромагнитном поле. Квантование электромагнитного поля. ([10], №2.45, [11], стр.82-83, №108-112).
- 12-13. Момент импульса и его квантование. ([13], стр.12-16, стр.29-35).
- 14-15. Центральное-симметричное поле. ([10], №4.1-4.6, 4.23-4.24, 4.33). 16-17. Уравнение Шредингера. ([10], №7.1-7.3, 7.10, [11], стр.75, №37).
18. Представление Гейзенберга. ([10], №7.29-7.31, 7.33-7.36).
- 19-20. Атом водорода и водородоподобные ионы. (Для атома Не провести разложение уравнения Шредингера на части, связанные с движением центра масс и относительным движением электронов, [11], стр.77, №55-59).
21. Приближенные методы. Вариационный метод Ритца. ([11], стр.86, №140,142, [10], №2.29 - 2.31). 22. Приближенные методы. Стационарная теория возмущений, невырожденный спектр. ([10], №8.1, 8.3-8.5, 8.8).
23. Аугер-осциллятор. Резонансные состояния. ([11], стр.84, №127).
24. Приближенные методы. Стационарная теория возмущений, вырожденный спектр. ([10], №8.13, [11], стр.85, №134, 132).
- 25-26. Приближенные методы. Нестационарная теория возмущений. Вероятности переходов. ([10], №8.23, 8.24, 8.30, 8.38, 8.39, 8.46).
27. Релятивистская теория. Уравнение Клейна-Гордона-Фока. Свободное движение без спиновой частицы. Античастицы. ([10], №15.1, 15.7, 15.2, 15.14).
28. Матрицы Паули. ([10], №5.6-5.9, [11], стр.83, №113, 115, 117-120).
29. Уравнение Дирака. ([10], №15.20, 15.21, 8.30, 8.38, 8.39, 8.46).
30. Спин. ([10], №5.1, 5.2, 5.36, 5.37, 6.17, 6.22).
- 31-32. Квазирелятивистские поправки для частицы в кулоновском поле. Тонкая структура спектра атома водорода. ([10], №15.31, 15.32).

Оценка	Критерий оценки устного и письменного ответа на практическом занятии
5	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, ответ структурирован, даны правильные аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется высокий уровень участия в дискуссии.
4	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, полностью раскрыта в ответе тема, даны правильные, аргументированные ответы на уточняющие вопросы, но имеются неточности, при этом ответ неструктурирован и демонстрируется средний уровень участия в дискуссии.
3	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, демонстрируется низкий уровень участия в дискуссии, ответ неструктурирован, информация трудна для восприятия.
2	Содержание ответа соответствует освещаемому вопросу, но при полном раскрытии темы имеются неточности, демонстрируется слабое владение категориальным аппаратом, даны правильные, но не аргументированные ответы на уточняющие вопросы, участие в дискуссии отсутствует, ответ неструктурирован, информация трудна для восприятия.

2) Тематика рефератов (для формирования компетенций ПК-2, ПК-4)

Не предусмотрены

3) Вопросы к рубежным контрольным работам (ПК-2, ПК-4):

Вопросы к контрольной работе

1. Экспериментальные основы квантовой теории.
2. Старая квантовая теория (Бор-Зоммерфельд).
3. Постулат о наблюдаемых.
4. Постулат о волновой функции.
5. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.
6. Уравнение Шредингера.
7. Волновая функция дискретного спектра.
8. Волновая функция непрерывного спектра.
9. Стационарные состояния.
10. Постулат о квантовании.
11. Надбарьерное отражение.
12. Подбарьерное прохождение (туннельный эффект).

Вопросы ко 2 контрольной работе

1. Спектр атома водорода.
2. Определение оператора момента.
3. Идея теории возмущений. Схема теории возмущений.
4. Картина Шредингера.
5. Картина Фейнмана.

6. Картина Гейзенберга.
7. Тожественные частицы.
8. Вторичное квантование.
9. Эффект Штарка.
10. Эффект Зеемана.
11. Уровни Ландау.
12. Унитарный оператор и его использование в квантовой теории.

Методика формирования результирующей оценки:

В ходе текущего и рубежного контроля студенты могут набрать 0-100 баллов:

1-я контрольная аттестация - максимально 35 баллов, из них:

От 0 до 15 баллов (рубежная аттестация) – компьютерное тестирование или письменная контрольная работа;

От 0 до 20 баллов (текущая оценка) – активная работа за данный период на лабораторных и практических занятиях.

2-я контрольная аттестация – максимально 35 баллов, из них:

От 0 до 15 баллов (рубежная аттестация) – компьютерное тестирование или письменная контрольная работа;

От 0 до 20 баллов (текущая оценка)– активная работа за данный период на лабораторных и практических занятиях.

Промежуточный контроль:

Зачет или экзамен:

За ответ на зачете или экзамене студент получает 0-30 баллов.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля не менее 50 баллов, автоматически получают зачет или оценку «удовлетворительно». Если студент не набирает 50 баллов для зачета или экзамена, то он может сдавать зачет или экзамен в период экзаменационной сессии. Для получения оценок «хорошо» и «отлично» студент должен сдавать экзамен в период экзаменационной сессии.

Результирующая оценка рассчитывается по сумме баллов за текущую успеваемость, за результаты рубежных аттестаций и устного ответа на экзамене или зачете.

Шкала итоговой академической успеваемости студентов по дисциплине

Система оценок СОГУ		
Форма контроля	Сумма баллов	Название
Экзамен	86 - 100	отлично
	71-85	хорошо
	56-70	удовлетворительно
Зачёт	56-100	зачтено
	0-55	не зачтено

Зачет проводится в устной форме.

Критерии оценки

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, показал готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала, способность к самосовершенствованию на основе традиционной нравственности, исчерпывающе, последовательно, логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами поиска необходимой информации в справочных и интернет-ресурсах, использует в ответе материал словарей, правильно и творчески строит диалогическую речь, владеет навыками говорения, письма, чтения и перевода с объеме, необходимом для осуществления профессиональной деятельности;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, не показал достаточной готовности к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала, способности к самосовершенствованию на основе традиционной нравственности, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания по проверке навыков говорения, чтения и перевода текста в объеме, необходимом для осуществления профессиональной деятельности.

Вопросы для подготовки к зачету и экзамену (ПК-2, ПК-4):

1. Экспериментальные основы квантовой теории.
2. Унитарный оператор и его использование в квантовой теории.
3. Старая квантовая теория (Бор-Зоммерфельд).
4. Уровни Ландау.
5. Постулат о наблюдаемых.
6. Эффект Зеемана.
7. Постулат о волновой функции.
8. Эффект Штарка.
9. Волновая функция дискретного спектра.
10. Картина Гейзенберга.
11. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.
12. Вторичное квантование.
13. Волновая функция непрерывного спектра.
14. Картина Фейнмана.
15. Уравнение Шредингера.
16. Тожественные частицы.
17. Стационарные состояния.
18. Картина Шредингера.
19. Постулат о квантовании.
20. Идея теории возмущений. Схема теории возмущений.
21. Постулат о квантовании.
22. Идея теории возмущений. Схема теории возмущений.
23. Подбарьерное прохождение (туннельный эффект)
24. Спектр атома водорода.

Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровень сформированности компетенций			
«Минимальный уровень не достигнут» (менее 55 баллов)	«Минимальный уровень» (56-70 баллов)	«Средний уровень» (71-85 баллов)	«Высокий уровень» (86-100 баллов)
<u>Компетенции не сформированы.</u> Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.	<u>Компетенции сформированы.</u> Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	<u>Компетенции сформированы.</u> Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	<u>Компетенции сформированы.</u> Знания твердые, аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка
Описание критериев оценивания			
Обучающийся демонстрирует: - существенные пробелы в знаниях учебного материала; - допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; - непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий; - отсутствие умения выполнять практические задания, предусмотренные программой дисциплины; - отсутствие готовности (способности) к дискуссии и низкую степень контактности.	Обучающийся демонстрирует: - знания теоретического материала; - неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; - неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы; - недостаточное владение литературой, рекомендованной программой дисциплины; - умение без грубых ошибок решать практические задания, которые следует выполнить.	Обучающийся демонстрирует: - знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - твердые знания теоретического материала. - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; - правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы; - умение решать практические задания, которые следует выполнить; - владение основной литературой, рекомендованной	Обучающийся демонстрирует: - глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; - полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий в рамках обсуждаемых заданий; - способность устанавливать и объяснять связь практики и теории; - логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания, а также дополнительные вопросы экзаменатора; - умение решать

		программой дисциплины; - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам. Возможны незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов, присутствует неуверенность в ответах.	практические задания; - свободное использование в ответах на вопросы материалов рекомендованной основной и дополнительной литературы.
Оценка «неудовлетворительно» / не зачтено	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено»	Оценка «хорошо» / «зачтено»	Оценка «отлично» / «зачтено»

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Ландау Л.Д. Квантовая механика (Нерелятивистская теория) / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Наука, 1962. – 432 с.
2. Соколов А.А. Квантовая механика / А.А. Соколов, И.М. Тернов, В.Ч. Жуковский. – М.: Наука, 1979. – 528 с. Дополнительная литература
 1. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики / Д.И. Блохинцев. Д.И. Блохинцев. – М.: Наука, 1978. – 832 с.
 2. Галицкий В.М. Задачи по квантовой механике / Галицкий В.М., Карнаков Б.М., Коган В.И. – М.: Наука, 1979. – 528 с.
 3. Учебно-методическое пособие по квантовой механике, Йошкар-Ола, 1984.

Материально-техническое оснащение дисциплины:

Проведение дисциплины обеспечено всем необходимым: лабораторным оборудованием, приборами, материалами, оперативным доступом к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам.

Университет обеспечивает возможность свободного использования компьютерных технологий. Все компьютерные классы университета объединены в локальную сеть, со всех учебных компьютеров имеется выход в Интернет.

Обеспечивается доступ к информационным ресурсам, к базам данных, в читальных залах к справочной и научной литературе, к периодическим изданиям в соответствии с направлением подготовки. Компьютеры оснащены необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения.

в) программное обеспечение, ЭБС, профессиональные базы и Интернет-ресурсы:

- необходимый для обеспечения данной дисциплины комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, а также электронные библиотечные системы, с которыми у СОГУ имеется действующий договор:

№ п/п	Наименование	№ договора (лицензия)	Страна-производитель
1.	Windows 10 Enterprise	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г	США
2.	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г	США
3.	OfficeStandard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016г	США
4.	Система тестирования SunravWEBClass	№468 от 03.12.2013 ИП Сунгатулин Р.Т.(бессрочно)	Россия
5.	Программное обеспечение 1С:Предприятие. Бухгалтерский Учет. Типовая конфигурация 8 сетевая версия	№ СД/108 от 29.08.2017 (максимум-софт) бессрочно	Россия
6.	Система компьютерной верстки MikTex	Лицензия FSF/Debian (Свободное программное обеспечение) (бессрочно)	
7.	KasperskyEndpoint Security	До 22.01.2024	Россия
8.	Программное обеспечение для редактирования химических формул IsisDraw	Свободное программное обеспечение (бессрочно)	США
9.	Система поиска текстовых заимствований «Антиплагиат.ВУЗ»	№ 6262 от 09.01.2023 (действителен до 31.12.2023г) с ОАО «Анти-Плагат»	Россия
10.	Программное обеспечение 1С:Предприятие 8.3 Управление торговлей	№КП /108 от 29.08.2017 с ООО «Максимум»(бессрочно)	Россия
11.	Программное обеспечение 1С:зарплата и кадры гос.учреждения8	№СД./ №126., 01.07.2020г. «МАКСИМУМ-СОФТ» бессрочно	Россия
12.	Программное обеспечение 1С:бюджет.	№СД/76 01.03.2017г. «максимум-софт» (бессрочно)	Россия
13.	Автоматизированная система «Управление –Деканат БРС»	Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611830 от 06.02.2015г. (бессрочно)	СОГУ
14.	Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»	Разработка СОГУ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611829 от 06.02.2015г. (бессрочно)	СОГУ
15.	Планы	№8867, от09.01.2023г. (09.01.2023г. до 31.12.2023г.) ООО ЛММИС	Россия
16.	VSDESK	№ 210406/01 от 06.04.2021г. ИП И,А.Сергеевич	Россия

		Тех.под. 07.04.2022	
17.	«Галактика»	от 14.03.2022г (примерная дата)	Россия
18.	DIRECTUMRX – Система электронного документооборота	ООО Галактика ИТ договор № 120320/Д/А от 14.03.2022(примерная дата)	Россия
19.	Услуги связи (доступ к сети интернет)	ООО Алком № AL-0044 от 01.02.2022г -31.12.2022г	Россия
20.	MOODLE	Бесплатное российское	США (бесплатное российское)
21.	«Галактика РУЗ»	Лицензия бессрочная Тех.сопровождение от 14.03.2022 г	Россия
22.	Личный кабинет абитуриента	Лицензия бессрочная Тех.сопровождение от 14.03.2022 г	Россия
23.	Личный кабинет студента/сотрудника	Лицензия бессрочная Тех.сопровождение от 14.03.2022 г	Россия
24.	Электронная библиотека диссертации и авторефератов РГБ(ЭБД РГБ)	https://dvs.rsl.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
25.	ЭБС "Университетская библиотека ONLINE"	https://biblioclub.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
26.	ЭБС «Научная электронная библиотека eLibrary.ru»	http://elibrary.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
27.	Универсальная баз данных EastView	https://dlib.eastview.com	США
28.	ЭБС «Консультант студента» Студенческая электронная библиотека по медицинскому и фармацевтическому образованию, а также по естественным и точным наукам в целом.	http://www.studentlibrary.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
29.	ЭБС «Юрайт» - образовательная среда, включающая виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России по всем направлениям и специальностям	www.biblio-online.ru Требуется регистрация в библиотеке СОГУ	Россия
30.	КЭП (домен на Яндексе)	бесплатное	Россия
31.	РусГард	бесплатное	Россия
32.	ViPNet	бесплатное	Россия

Профессиональные базы данных и Интернет-ресурсы:

- Библиотека Гумер: Языкознание. URL: http://www.gumer.info/bibliotek_Buks/Linguist/Index_Ling.php;
- Интерактивные словари русского языка на сайте ИРЯ им. В.Виноградова. URL: <http://www.slovari.ru/lang/ru/>;
- Национальный корпус русского языка. URL: <http://ruscorpora.ru>;
- Российская государственная библиотека. URL: <http://www.rsl.ru/>;
- Российская национальная библиотека. URL: <http://www.nlr.ru/>;

- Русский филологический портал “Philology.Ru”. URL: <http://www.philology.ru;>
- Университетская информационная система РОССИЯ. URL: [http://www.cir.ru/;](http://www.cir.ru/)
- Филологические науки (сообщество). URL: <http://blogs.mail.ru/community/philology;>
- Языковая энциклопедия «Lingvisto». URL: www.lingvisto.org
<http://www.gumer.info;>
- Словари русского языка: <http://www.slovari.ru>.

Ауд.21 Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска

Ауд. 21 Учебные аудитории для проведения практических занятий, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также самостоятельной работы обучающихся: преподавательский стол; стул; столы обучающихся; стулья; кафедра; классная доска

Ауд. 27 Лаборатории: компьютерные классы: преподавательский стол, преподавательский стул, столы обучающихся, стулья, классная доска, мультимедийный комплекс (проектор, экран), колонки, ПК преподавателя, ПК обучающихся, программное обеспечение: Adobe flash player 31; Adobe reader 10; Java 6.0; K-Lite Codec Pack; Win rar; Microsoft Office 10; Microsoft Visio 10; Microsoft Visual studio; Kaspersky Endpoint Security

Библиотека, в том числе читальный зал: столы , стулья, ПК обучающихся, программное обеспечение: Adobe flash player 31; Adobe reader 10; Java 6.0; K-Lite Codec Pack; Win rar; Microsoft Office 10; Microsoft Visio 10; Microsoft Visual studio; Kaspersky Endpoint Security