Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____ А.М. Дигурова
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Квантовая теория»

Направление 03.03.02 Физика

Профиль: " Физика конденсированного состояния "

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

(год начала подготовки 2017г.)

Владикавказ 2020

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению **03.03.02 Физика,** утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07. 08. 2014 г. № 937, учебным планом подготовки бакалавра по направлению **03.03.02 Физика,** утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова» от 30.04. 2020 г., протокол № 9.

Составитель: Райцев А.В., профессор кафедры физики конденсированного состояния

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры физики конденсированного состояния (протокол № 6 от 24 июня 2020 г.)

Зав. кафедрой_____Т.Т. Магкоев

Одобрена Советом физико-технического факультета

(протокол №7 от «29» июня 2020 г.)

Председатель_____И.В. Тваури

1. Структура и общая трудоемкость дисциплины

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

	Очная форма обучения	
Курс	3	4
Семестр	6	7
Лекции	30	36
Практические занятия	14	36
Итого аудиторных занятий	44	72
Самостоятельная работа	64	45
Форма контроля	зачёт	экзамен
	108	117
Контроль	27	
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.Б.10.03

Данная учебная дисциплина включена в раздел Б1.Б.10.03 Общепрофессиональный" основной образовательной программы 03.03.02 Физика. Осваивается на 3 и4 курсе, 6 и 7 семестре.

Курс "Квантовая теория"(Б1.Б.10.03), 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
ОПК-2	способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей
ОПК-4	способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, осознавать опасность и угрозу, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности

Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине с формируемыми компетенциями ОПОП:

Коды компетенций ОПОП	Планируемые результаты обучения, соответствующие формируемым компетенциям ОПОП		
	Знать	Уметь	Владеть

ОПК-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 физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач;
ОПК-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).

5. Содержание и учебно-методическая карта дисциплины

Номер недели	Наименование тем (вопросов), изучаемых по данной дисциплине	Занятия		Самостоятельная работа студентов		Формы контроля	Литература
		л	пр	Содержание	Часы		
1-2	**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.	4	4	История становления квантовой механики. Математический аппарат физики микромира		Устный опрос, сообщения по вопросам темы, конспект.	Осн. лит [1]-[2], Доп. Лит [1]-[3],
3-4	**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.	4	4	Особая роль декартовой системы координат. Теория представлений		Устный опрос, доклад, конспект,	Осн. лит [1]-[2], Доп. Лит [1]-[3],
5-6	**Второй квантовый постулат – описание состояния в микромире. Смешанные и**	6	6	Чистые и смешанные состояния, проектор, нормированный кет-		Устный опрос, доклад, конспект,	Осн. лит [1]-[2],

	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 операторно-числовой функционал, оператор состояния и его свойства. Чистые и смешанные состояния, проектор, нормированный кет-вектор и волновая функция. Принцип суперпозиции.			вектор и волновая функция. Принцип суперпозиции.		коллоквиум	Доп. Лит [1]-[3],
7-8	**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 энергия-время. Вычисление вероятностей результатов измерений физических величин.	4	4	Стационарные состояния. Соотношение неопределенности энергия-время. Вычисление вероятностей результатов измерений физических величин.		Устный опрос, конспект, доклад,	Осн. лит [1]-[2], Доп. Лит [1]-[3],
9-10	**Одномерное движение, модельные задачи** Свободная частица, волновые пакеты, связь с когерентными состояниями. Кусочно-постоянный потенциал. Движение в однородном поле. Квазиклассическое	6	6	Гармонический осциллятор: решение в координатном представлении и в общем виде, с использованием только перестановочных		Устный опрос, конспект, доклад, коллоквиум	Осн. лит [1]-[2], Доп. Лит [1]-[3],

	приближение. Туннельный эффект. Гармонический осциллятор: решение в координатном представлении и в общем виде, с использованием только перестановочных соотношений (Общие свойства одномерного движения гармонического осциллятора)			соотношений (Общие свойства одномерного движения гармонического осциллятора)			
11-12	**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],
13-14	**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	6	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],
15-16	**Элементы теории рассеяния** Общая теория упругого рассеяния. Амплитуда рассеяния и дифференциальное сечение рассеяния. Рассеяние в центральном поле. Парциальные амплитуды и фазы рассеяния. Борновское приближение.	4		Парциальные амплитуды и фазы рассеяния. Борновское приближение.		Устный опрос, конспект, доклад, презентация	Осн. лит [1]-[2], Доп. Лит [1]-[3],

17-18	**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. Релятивистские поправки к движению электрона в электромагнитном поле, уравнение Паули, спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра атома водорода.	6		Релятивистские поправки к движению электрона в электромагнитном поле, уравнение Паули, спин-орбитальное взаимодействие. Тонкая структура спектра атома водорода.		Устный опрос, конспект, доклад, коллоквиум	Осн. лит [1]-[2], Доп. Лит [1]-[3],
	ИТОГО	30/36	14/36		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, лекции-визуализации, 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 интернет-ресурсы 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 «Биофизика»

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 интернет-источниками. 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 написанию рефератов (докладов)

Реферат (доклад)— письменная работа, содержащая краткое изложение актуальной научной проблемы и ее современной трактовки на основе последних научных изысканий

по этой теме. Он является действенной формой самостоятельного исследования актуальных исторических проблем на основе изучения соответствующих разделов учебных пособий, специальной монографической литературы, а также научных статей, отражающих последний исследовательский опыт в области изучаемого вопроса. Реферат помогает выработать навыки и приемы самостоятельного научного поиска, грамотного и логического изложения материала, способствует приобщению студентов к научно-исследовательской деятельности.

Последовательность работы:

1. Выбор темы исследования. Тема реферата выбирается студентом на основе его научного интереса. Также помощь в выборе темы может оказать преподаватель.

2. Планирование исследования. Включает составление плана реферата и календарного плана научного исследования. Календарный план исследования включает следующие элементы: выбор и формулирование проблемы, разработка плана исследования и предварительного плана реферата; сбор и изучение исходного материала, поиск литературы; анализ собранного материала, теоретическая разработка проблемы; сообщение о предварительных результатах исследования; окончательный вариант работы; обсуждение реферата (на семинаре и т. п.).

План реферата характеризует его содержание и структуру. Он должен включать в себя: введение, где обосновывается актуальность проблемы, ставятся цель и задачи исследования; основная часть, в которой раскрывается содержание проблемы; заключение, где обобщаются выводы по теме и даются практические рекомендации.

3. Поиск и изучение литературы. Для выявления необходимой литературы следует обратиться в библиотеку или к преподавателю. Подобранную литературу следует зафиксировать согласно ГОСТ по библиографическому описанию произведений печати.

Для разработки реферата достаточно изучения 4-5 важнейших статей по избранной проблеме. При изучении литературы необходимо выбирать материал, не только подтверждающий позицию автора реферата, но и материал для полемики.

4.Обработка материала. При обработке полученного материала автор должен: систематизировать его по разделам; выдвинуть и обосновать свои гипотезы; определить свою позицию, точку зрения по рассматриваемой проблеме; уточнить объем и содержание понятий, которыми приходится оперировать при разработке темы; сформулировать определения и основные выводы, характеризующие результаты исследования; окончательно уточнить структуру реферата.

5. Оформление реферата. При оформлении реферата рекомендуется придерживаться следующих правил: Следует писать лишь то, чем автор хочет выразить сущность проблемы, ее логику; Писать строго последовательно, логично, доказательно (по схеме: тезис – обоснование – вывод); Писать ярко, образно, живо, не только вскрывая истину, но и отражая свою позицию, пропагандируя полученные результаты; Писать осмысленно, соблюдая правила грамматики, не злоупотребляя наукообразными выражениями.

Реферат выполняется в соответствии с требованиями стандартов, разработанных для данного вида документов. Работа должна быть выполнена на белой бумаге стандартного листа А4. Текст должен быть отпечатан на компьютере в текстовом редакторе Microsoft Word и отвечать следующим требованиям: параметры полей страниц должны быть в пределах: верхнее и нижнее – по 20 мм, правое – 10 мм, левое – 30 мм,

шрифт – Times New Roman , размер шрифта – 14, межстрочный интервал – полуторный. Лента принтера – только чёрного цвета. Нумерация страниц в реферате должна быть сквозной, начиная со второй страницы.

При изложении материала необходимо придерживаться принятого плана.

Библиографический список составляется на основе источников, которые были просмотрены и изучены студентом при написании реферата. Данный список отражает самостоятельную творческую работу студента, что позволяет судить о степени его подготовки и углублении в выбранную тематику. Вся использованная литература размещается в следующем порядке: законодательные акты, постановления, нормативные документы; вся учебная литература в алфавитном порядке, затем средства периодической печати в алфавитном порядке; источники из сети Интернет.

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 темами 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; помечать 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 удается 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 (устный)	Оценка ответа на экзамене проводится в соответствии с Положением о балльно - рейтинговой системе оценки знаний студентов СОГУ.

8. 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.

БАЛЛЬНАЯ СТРУКТУРА ОЦЕНКИ.

Форма контроля	**Мин. кол-во баллов**	**Макс. кол-во баллов**
Текущая оценка студента в течение 1-8 недели состоит из: • Выполнение письменных домашних заданий по темам занятий и самостоятельной работы (конспектов) – **9 б** • Подготовка и ответы на практических занятиях (коллоквиумы) – **1 б● 8 =8 б** • Подготовка и выполнение лабораторных работ - **1 б● 8 =8 б**	**0**	**25**
1-я рубежная письменная контрольная работа	**0**	**25**
Текущая оценка студента в течение 10-17 недели состоит из: • Выполнение письменных домашних заданий по темам занятий и самостоятельной работы (конспектов) – **9 б**	**0**	**25**

• Подготовка и ответы на практических занятиях (коллоквиумы) – **1 б● 8 =8 б** • Подготовка и выполнение лабораторных работ - **1 б● 8 =8 б**		
2-я рубежная письменная контрольная работа	**0**	**25**
Итого	**0**	**100**

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, стз.29-35).
14-15. Центрально-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. Ангармонический 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).

Великие и решающие	**Критерий оценки устного и письменного ответа на практическом занятии**

эксперименты в физике. **Оценка**	
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 ОПК-2, ОПК-4)

Не предусмотрены

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

Вопросы к 1 рубежной 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 рубежной 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. Тождественные частицы.
8. Вторичное квантование.
9. Эффект Штарка.
10. Эффект Зеемана.
11. Уровни Ландау.
12. Унитарный оператор и его использование в квантовой теории.

БАЛЛЬНАЯ СТРУКТУРА ОЦЕНКИ

Форма контроля	Макс. кол-во баллов
Текущая оценка студента в течение 1-8 недели состоит из:	25
• Выполнения заданий на практических занятиях	15
• Выполнения домашних заданий	5
• Самостоятельных работ	5
1-я рубежная письменная контрольная работа	25
Текущая оценка студента в течение 10-15 недели состоит из:	25
• Выполнения заданий на практических занятиях	15
• Выполнения домашних заданий	5
• Самостоятельных работ	5
2-я рубежная письменная контрольная работа	25
Итого	**100**

Методика формирования результирующей оценки[1]

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

1 –я рубежная аттестация - максимально 50 баллов; из них:

От 0 до 25 баллов (рубежная аттестация) – тестирование в центре тестирования СОГУ или контрольная работа;

От 0 до 25 баллов(текущая оценка) – активная работа за данный период на семинарских (практических) занятиях

2-я рубежная аттестация – максимально 50 баллов; из них:

От 0 до 25 баллов (рубежная аттестация) – тестирование в центре тестирования СОГУ;

От 0 до 25 баллов (текущая оценка)– активная работа за данный период на семинарских (практических) занятиях

Промежуточный контроль:

Для экзамена:

За устный ответ на экзамене студент получает 0-50 баллов.

Студенты, получившие в ходе текущего и рубежного контроля 56-100 баллов, автоматически получают «Экзамен».

Результирующая оценка складывается по соответствующей БРС формуле.

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

Вопросы для подготовки к зачету и экзамену (ОПК-1, ОПК-3):

1. Экспериментальные основы квантовой теории.
2. Унитарный оператор и его использование в квантовой теории.

[1] В соответствии с Положением о БРС оценивания обучающихся очной формы по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата и специалитета в ФГБОУ ВО СОГУ (от 05.03.2018 г., пр.№ 47)

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. Тождественные 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)**
Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы.	*Компетенции сформированы.* Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	*Компетенции сформированы.* Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	*Компетенции сформированы.* 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:	Обучающийся демонстрирует:	Обучающийся демонстрирует:	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.	- 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.	- 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 программой дисциплины; - наличие собственной обоснованной позиции по обсуждаемым вопросам. Возможны незначительные оговорки и неточности в раскрытии отдельных положений вопросов, присутствует неуверенность в ответах.	- 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 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»**

9. 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.

Интернет-ресурсы

– eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – URL: http://www.elibrary.ru.

– База данных «ЭБС elibrary»: http://elibrary.ru

– Издательство «Юрайт» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: http://biblio-online.ru.

- Университетская библиотека online [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: http://www.biblioclub.ru.

– Справочная правовая система КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/.

– Информационно-правовой портал «Гарант». – URL: http://www.garant.ru/.

10.Материально-техническое оснащение дисциплины:

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

Состав лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование	№ договора (лицензия)
1.	Windows 7 Professional	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.
2.	Office Standard 2016	№ 4100072800 Microsoft Products (MPSA) от 04.2016 г.
3.	Антивирусное	№17E0-180222-130819-587-185 от 26.02. 2018 до

	программное обеспечение KasperksyTotalSecurity	14.03.2019 г, продлена до 2021 г.
4.	Программа для ЭВМ «Банк вопросов для контроля знаний»	Разработка СОГУ Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015611829 от 06.02.2015 г. (бессрочно)
5.	CiscoWebex- Система проведения вебинаров.	ООО Айстекдоговор № Д83-2020 от 10.08.2020-10.08.2021 г.

11. Лист обновления/ актуализации

Программа актуализирована: пересмотрена, дополнена.

Внесенные изменения и дополнения утверждены на заседании кафедры физики конденсированного состояния

Протокол заседания кафедры от 30.06 2020 г. № 9.