

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Волкова Валентина Ивановна
Должность: декан Физико-технического факультета
Дата подписания: 17.06.2026 16:21:05
Уникальный программный ключ:
c973b0192bb96e0e4a132bd03e035754508b4cc0

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Декан физико-технического факультета
канд. физ.-мат. наук, доц. Волкова В.И.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Квантовая теория

Направление подготовки
Направленность (профиль)
Год начала обучения
Форма обучения
Реализуется в семестре

03.03.02 Физика
Физика Земли и космоса
2026
очная
6, 7

Разработано

доцент кафедры теоретической
и математической физики,
канд. физ.-мат. наук, доц.
Волкова В.И.

Ставрополь 2026 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Квантовая теория» является формирование универсальных (УК-1) и профессиональных (ПК-1) компетенций будущего бакалавра по направлению 03.03.02 **Физика.**

Задачи изучения дисциплины:

- получение знаний о современном уровне развития квантовой физики;
- освоение математического аппарата квантовой теории;
- совершенствование умений решать задачи;
- развитие умений анализировать результаты теоретических исследований

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Квантовая теория» относится к дисциплинам обязательной части.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИД-1 _{УК-1} выделяет проблемную ситуацию, осуществляет ее анализ и диагностику на основе системного подхода;	Знать основные постулаты квантовой механики; способы описания состояний микросистем; способы описания физических величин; свойства собственных функций операторов физических величин; явный вид операторов основных физических величин; физическую интерпретацию соотношений неопределенностей и волновых функций; основные положения квантовой физики.
	ИД-3 _{УК-1} определяет и оценивает риски возможных вариантов решений проблемной ситуации, выбирает оптимальный вариант её решения.	Уметь применять соотношения неопределенностей для получения оценок при решении задач; записывать оператор Гамильтона для любой микросистемы; записывать уравнение Шредингера для атомов и молекул; применять в простых случаях приближенные методы решения уравнений Шредингера; решать одномерные задачи на отыскание собственных функций и собственных значений; применять приближенные методы построения уравнений движения сложных атомных и молекулярных систем; применять методы нахождения коор-

		динатных и спиновых волновых функций; применять методы построения матричных элементов оператора момента количества движения и его проекций; применять неэмпирические и полуэмпирические методы изучения электронного строения атомов и молекул; применять методы адиабатического и самосогласованного приближения
ПК-1 Способен применять фундаментальные знания в области физики и математики для постановки и решения научно-исследовательских и прикладных задач в своей профессиональной деятельности	ИД-1ПК-1 способен оценить актуальность решаемой задачи на основе анализа научной литературы и информационных материалов по тематике исследования.	Владеть основами квантовой теории твердого тела; методами современной квантовой механики.

4. Объем учебной дисциплины и формы контроля *

Объем занятий: всего: 7 з.е. 252 акад. ч.	ОФО, в акад. часах
Контактная работа:	162.00
Лекции/из них практическая подготовка	72.00
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	
Практических занятий/из них практическая подготовка	90.00
Самостоятельная работа	54.00
Формы контроля	
Экзамен	36.00
Зачет	6 семестр
Зачет с оценкой	
Расчетно-графические работы	
Курсовые работы	
Контрольные работы	

* Дисциплина предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (если иное не установлено образовательным стандартом)

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	очная форма			Самостоятельная работа, часов	Формы текущего контроля успеваемости
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы		
6 семестр							
1	Экспериментальные и теоретические основы квантовой механики. Эксперименты, послужившие предпосылкой возникновения квантовой механики. Опыты Резерфорда, планетарная модель атома, теоретические идеи Бора и Эйнштейна. Квантовые системы: состояния и наблюдаемые соотношения неопределенностей. Волновая механика Шрёдингера и матричная механика Гейзенберга.	ИД-1 _{ук-1} ИД-3 _{ук-1} ИД-1 _{пк-1}	12.00	12.00		4.00	Тест

2	Представление состояний и эволюция квантовых систем. Гильбертово пространство состояний. Физические величины, на-блюдаемые, линейные эрмитовы операторы. Принцип соответствия, операторы основных физических величин. Состояния квантовых систем (чистые и смешанные), полный набор наблюдаемых. Изменение состояний со временем: представления Шрёдингера, Гейзенберга, Дирака. Уравнение Шрёдингера, стационарные и нестационарные состояния, понятие об интегралах движения. Описание состояний в различных пространствах (координатном, импульсном). "Парадоксы" квантовой механики: Эйнштейна-Подольского-Розена, Белла. Скрытые переменные. Многомировая интерпретация квантовой механики.	ИД-1_{УК-1} ИД-3_{УК-1} ИД-1_{ПК-1}	6.00	12.00		4.00	
3	Симметрии, инварианты и законы сохранения. Квантово-механическое понятие симметрии Базовые и адиабатические инварианты, законы сохранения и свойства пространства- времени. Основы теории групп, линейные представления групп. Теорема Витнера.. Импульс, квазиимпульс, момент количества движения, спин. Сложение моментов.	ИД-1_{УК-1} ИД-3_{УК-1} ИД-1_{ПК-1}	6.00	12.00		4.00	Коллоквиум
4	Базовые (простейшие) задачи квантовой механики. Одномерные системы: потенциальная яма, потенциальный барьер, гармонический осциллятор. Задача двух тел, разделение переменных. Водородоподобный атом: уровни энергии и волновые функции	ИД-1_{УК-1} ИД-3_{УК-1} ИД-1_{ПК-1}	6.00	8.00		2.67	

5	Квантовая механика частиц, обладающих спином. Спин дираковских частиц, частицы и античастицы. Уравнение Дирака для свободной частицы и частицы со спином во внешних полях. Квазирелятивистское приближение и релятивистские поправки. Релятивистское уравнение Клейна-Гордона для частицы с нулевым спином.	ИД-1 _{УК-1} ИД-3 _{УК-1} ИД-1 _{ПК-1}	6.00	10.00		3.33	Коллоквиум
	Итого за 6 семестр		36.00	54.00		18.00	
7 семестр							
6	Приближенные методы в квантовой теории. Фундаментальная природа и общая классификация приближенных методов квантовой теории. Методы качественных оценок. Квазиклассическое приближение, туннельный эффект, движение волновых пакетов. Стационарная теория возмущений. Вариационные методы квантового моделирования.	ИД-1 _{УК-1} ИД-3 _{УК-1} ИД-1 _{ПК-1}	6.00	6.00		6.00	Тест

7	Общая теория переходов, спектры многоэлектронных атомов и молекул. Вероятности переходов в квантовых системах. Закон распада состояния системы; форма линии, скорости переходов, время жизни и ширина линии. Излучение и поглощение фотонов. Правила отбора. Принцип Паули. Приближенная теория атома гелия. Обменное взаимодействие. Модели атома: по Хартри-Фоку, Томасу-Ферми, Энглерту-Швингеру. Таблица Менделеева. Тонкая структура атомных уровней, приближение L-S связи. Взаимодействие атомов. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциалы Ленарда-Джонса. Строение молекул. Типы химической связи. Основы теории молекулярных спектров. Эффект Яна-Теллера.	ИД-1_{УК-1} ИД-3_{УК-1} ИД-1_{ПК-1}	6.00	6.00		6.00	
8	Основы теории рассеяния. Общие положения, постановка и типы задач в квантовой теории рассеяния, виды рассеяния. Основные характеристики процесса рассеяния: амплитуда, фаза, сечение.. Борновское приближение в теории рассеяния. Потенциальное рассеяние. Разложение по парциальным волнам. Низкоэнергетическое рассеяние, длина рассеяния и эффективный радиус действия потенциала. Эффект Рамзауэра. Рассеяние при высоких энергиях. Многоканальное рассеяние.	ИД-1_{УК-1} ИД-3_{УК-1} ИД-1_{ПК-1}	6.00	6.00		6.00	Коллоквиум

9	Методы вторичного квантования. Системы с неопределенным числом частиц. Вторичное квантование: операторы рождения, уничтожения, чисел заполнения. Квантование электромагнитного поля. Спин и спиральность фотона. Основные идеи квантовой электродинамики.	ИД-1 _{УК-1} ИД-3 _{УК-1} ИД-1 _{ПК-1}	6.00	6.00		6.00	
10	Основы квантовой теории твердого тела. Модели твердого тела. Понятие о квазичастицах: фононы, экситоны. Электрон - фононный гамильтониан. Основное состояние системы притягивающихся фермионов. Сверхпроводимость, модель БКШ. Основное состояние системы притягивающихся бозонов. Сверхтекучесть. Магнитные свойства вещества. Диа-, пара- и ферромагнетизм. Магноны. Взаимодействие частиц с кристаллической решеткой. Полярон. Солитоны в многочастичных системах.	ИД-1 _{УК-1} ИД-3 _{УК-1} ИД-1 _{ПК-1}	6.00	6.00		6.00	
11	Некоторые методы современной квантовой механики. Теоремы Нётер и вариационный принцип Швингера. Квантовые теории фазовых переходов. Спонтанное нарушение симметрии. Нестационарная теория	ИД-1 _{УК-1} ИД-3 _{УК-1} ИД-1 _{ПК-1}	6.00	6.00		6.00	Коллоквиум
	ИТОГО за 7 семестр		36.00	36.00		36.00	
	ИТОГО		72.00	90.00		54.00	

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Квантовая теория» базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и уровня овладения формируемыми компетенциями в процессе освоения дисциплины.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина построена по тематическому принципу, каждая тема представляет собой логически завершённый раздел.

Лекционный материал посвящён рассмотрению ключевых, базовых положений курсов и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Практические занятия проводятся с целью закрепления усвоенной информации, приобретения навыков ее применения при решении практических задач в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Давыдов А.С. Квантовая механика. – СПб.: BHV, 2011, 704 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002, 767 с.
3. Елютин П.В., Кривченко В.Д. Квантовая механика с задачами. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001, 301 с.
4. Киселев В.В. Квантовая механика. – МЦНМО, 2009, 560 с.

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. – М.: Наука, 1983.
2. Суханов А.Д. Лекции по квантовой механике. – М.: Высшая школа, 1991.
3. Шпольский Э.В. Атомная физика. Т. 2. – М.: Наука, 1984, 438 с.
4. Фок В.А. Начала квантовой механики. – Москва–Ижевск: НИЦ «РХД», 2003, 376 с.
5. Флюгге З. Задачи по квантовой механике. – М.: Мир, 1974. – т.т. 1, 2.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Парфенов П.С. Квантовая механика. Методическое пособие к практикуму по квантовой физике. – СПб: НИУ ИТМО, 2016. – 133 с.
2. Мокшин А.В., Юльметьев Р.М. Учебно-методическое пособие по курсу «Квантовая

механика» в трех частях. Казань. Издательство РИЦ «Школа», 2008.

3. Шабаета Н.И. Квантовая механика. Задачи и решения. Часть 2. Учебно-методические материалы к практическим занятиям по квантовой механике. – ТюмГУ: Тюмень, 2006, 29 с.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://elementy.ru/> – портал о последних достижениях науки вообще и квантовой физики в частности.
2. <http://physics.com.ua/> – электронный web-журнал.
3. <http://www.vargin.mephi.ru/> – образовательный портал по всем разделам физики.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На семинарских и практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.
2. Информационные справочные системы:
3. Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:
4. Atomic Simulation Environment (<https://wiki.fysik.dtu.dk/ase/>)
5. FreeON (<http://www.freeon.org>)
6. ErgoSCF (ergoscf.org)

Программное обеспечение:

1	Альт Рабочая станция 10
2	Альт Рабочая станция К
3	Альт «Сервер»
4	Пакет офисных программ - Р7-Офис

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета

11. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обу-

чения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,

- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),

- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,

- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под *электронным обучением* понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под *дистанционными образовательными технологиями* понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттеста-

ции), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (МТС-Линк), а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.