

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Порохня Андрей Александрович

Должность: И.о. директора института перспективной инженерии

Дата подписания: 19.06.2026 13:01:28

Уникальный программный ключ:

990bea3aeec48c23bd8699e48288f8d1960c600

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

УТВЕРЖДАЮ

и.о. директора Института
перспективной инженерии
канд. техн. наук, доц. Порохня А.А.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
КВАНТОВАЯ ФИЗИКА НАНОСТРУКТУР**

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

28.03.02 Наноинженерия
Нанотехнологии и наноматериалы
2026
очная
5

Разработано

Зав. кафедрой теоретической и
математической физики
Закинян А.Р.

Ставрополь 2026 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью является формирование базовых знаний о квантово-механических явлениях в материалах нанометрового диапазона, изучение специфики размерного квантования и подготовка к разработке квантовых технологий.

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
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	ИД-1 _{ОПК-1} Использует математический аппарат, для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов, использования в обучении и профессиональной деятельности.	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-2 _{ОПК-1} Использует физические законы и принципы в своей профессиональной деятельности.	Умеет 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
ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ИД-1 _{ОПК-3} Составляет отчеты по учебно-исследовательской деятельности, включая анализ экспериментальных результатов, сопоставления их с известными аналогами ИД-2 _{ОПК-3} Формирует демонстрационный материал и представляет результаты своей исследовательской деятельности на научных конференциях, во время промежуточных и итоговых аттестаций.	Способность выбрать адекватную методику исследования и успешно защитить результаты своей работы. Знание принципов работы измерительного оборудования и методов планирования научного эксперимента
ПК-2. Владеет основами фундаментальных знаний естественнонаучных и общетеоретических дисциплин, сопряженных с областями применения нанотехнологий и способен их использовать в профессиональной деятельности	ИД-3 _{ПК-2} Умеет проводить экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать результаты экспериментов;	Владеть основами квантовой теории твердого тела; методами современной квантовой механики.

4. Объем учебной дисциплины и формы контроля *

Объем занятий: всего: 6 з.е. 216 акад. ч.	ОФО, в акад. часах
Контактная работа:	90.00
Лекции/из них практическая подготовка	36.00
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	
Практических занятий/из них практическая подготовка	54.00
Самостоятельная работа	126.00
Формы контроля	
Зачет с оценкой	5 семестр

* 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				Формы текущего контроля успеваемости
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, 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-2 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-1} , ИД-1 _{ОПК-3} , ИД-2 _{ОПК-3} , ИД-3 _{ПК-2}	12.00	12.00		25.00	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-2_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-3}, ИД-2_{ОПК-3}, ИД-3_{ПК-2}	6.00	12.00		25.00	
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-2_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-3}, ИД-2_{ОПК-3}, ИД-3_{ПК-2}	6.00	12.00		25.00	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-2_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-3}, ИД-2_{ОПК-3}, ИД-3_{ПК-2}	6.00	8.00		25.00	

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-2_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-1}, ИД-1_{ОПК-3}, ИД-2_{ОПК-3}, ИД-3_{ПК-2}	6.00	10.00		26.00	Коллоквиум
	Итого за 5 семестр		36.00	54.00		126.00	

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.: БНУ, 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	Операционная система: Microsoft Windows 8: Бессрочная лицензия. Договор № 01-за/13 от 25.02.2013.
2	Операционная система: Microsoft Windows 10: Бессрочная лицензия. Договор № 544-21 от 08.06.2021.
3	Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2013: договор № 01-за/13 от 25.02.2013г., Лицензия Microsoft Office https://support.microsoft.com/ru-ru/lifecycle/search/16674

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 обучения 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, обеспе-

чивающих 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 аттестации), 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.