

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

 Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Введение в квантовую физику

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Направленность (профиль) подготовки: Медицинская томография: физические принципы и приборостроение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): заведующий кафедрой, д.н. Мокшин А.В. (кафедра вычислительной физики и моделирования физических процессов, Отделение физики), Anatolii.Mokshin@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с разработкой, проектированием, конструированием, технологиями производства и эксплуатации биотехнических систем

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

математическую структуру постулатов квантовой механики (волновая функция, операторы физических величин, уравнение Шредингера) и их связь с принципами работы современных биотехнических систем;

свойства операторов (координаты, импульса, момента, энергии) и физический смысл их собственных значений и функций применительно к описанию состояния микрообъектов (электронов, фотонов, протонов).

Должен уметь:

- решать простейшие задачи квантовой физики и применять законы и положения квантовой физики для решения конкретных задач инженерной деятельности

Должен владеть:

- способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат

Должен демонстрировать способность и готовность:

- объяснить ключевые принципы описания физических явлений.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.О.19 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии (Медицинская томография: физические принципы и приборостроение)" и относится к обязательной части ОПОП ВО.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 85 часа(ов), в том числе лекции - 34 часа(ов), практические занятия - 50 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 68 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 27 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само- стоя- тель- ная ра- бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего	Лабора- торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Становление квантовой механики.	5	4	0	2	0	0	0	10
2.	Тема 2. Основные понятия квантовой механики.	5	6	0	12	0	0	0	10
3.	Тема 3. Математический аппарат квантовой механики. Операторы и их свойства.	5	4	0	14	0	0	0	10
4.	Тема 4. Уравнение Шредингера.	5	6	0	16	0	0	0	10
5.	Тема 5. Элементы квантовомеханического описания и трактовки термодинамики.	5	4	0	0	0	0	0	10
6.	Тема 6. Линейный гармонический осциллятор (ЛГО). Спектр ЛГО.	5	4	0	8	0	0	0	8
7.	Тема 7. Сверхтекучесть. Сверхпроводимость.	5	6	0	0	0	0	0	8
	Итого		34	0	52	0	0	0	66

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Становление квантовой механики.

Раздел включает изучение таких тем как "История становления и развития квантовой механики", "Экспериментальные результаты. Опыт Герца", "Опыты Дэвисона-Джермера, Лауе, Тартаковского", "Затруднения классической механики в описании явлений микромира". Внимание уделяется демонстрации предпосылок, послуживших к появлению квантовой механики как ключевого направления современной физики.

Тема 2. Основные понятия квантовой механики.

Раздел включает изучение таких тем как "Волна Де Бройля", "Волновой пакет", "Фазовая и групповая скорость", "Неопределенность Гейзенберга. Корпускулярно-волновой дуализм", "Статистическое толкование волновой функции. Принцип суперпозиции квантовомеханических состояний. Вероятность обнаружения микрочастицы".

Тема 3. Математический аппарат квантовой механики. Операторы и их свойства.

Раздел включает изучение таких тем как "Математический аппарат квантовой механики", "Операторы и их свойства", "Понятие эрмитовости", "Линейные операторы", "Сложение операторов", "Произведение операторов", "Возведение операторов в степень", "Единичный оператор", "Обратный оператор", "Коммутатор и правила коммутации".

Тема 4. Уравнение Шредингера.

Раздел включает изучение таких тем как "Собственные функции и собственные значения операторов", "Вырождение", "Дискретный и непрерывный спектр", "Стационарное уравнение Шредингера", "Решение простейших задач квантовой механики", "Водородоподобный ион" и "Эффект квантовомеханического тунелирования".

Тема 5. Элементы квантовомеханического описания и трактовки термодинамики.

Раздел включает изучение таких тем как "Теплоемкость и ее температурная зависимость", "Затруднения классической механики в описании теплоемкости", "Затруднения классической механики в описании теплопроводности", "Теплопроводность твердых тел и ее температурная зависимость", "Понятие температуры в квантовой механике".

Тема 6. Линейный гармонический осциллятор (ЛГО). Спектр ЛГО.

Раздел включает изучение таких тем как "Линейный гармонический оператор - ЛГО", "Собственные функции и собственные значения линейного гармонического осциллятора", "Энергетический спектр", "Операторы рождения и уничтожения квантово-механических состояний", "Соотносимость с классическим линейным гармоническим осциллятором".

Тема 7. Сверхтекучесть. Сверхпроводимость.

Раздел включает изучение таких тем как "Сверхтекучесть", "История открытия сверхтекучести", "Ключевые моменты в теории Боголюбова", "Сверхпроводимость", "История открытия сверхпроводимости", "Высокотемпературная сверхпроводимость", "Квантовомеханическое объяснение явлений сверхтекучести и сверхпроводимости", "Современное состояние".

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Соловьев О.В. Задачи по квантовой механике: волновые функции и операторы (уч.-метод. пособие). - 2013. - Казань. - КИФУ. http://kpfu.ru/docs/F1064181181/Zadachi_po_kvantovoi_mehanike.Volnovie_funkcii_i_operatori.pdf - http://kpfu.ru/docs/F1064181181/Zadachi_po_kvantovoi_mehanike.Volnovie_funkcii_i_operatori.pdf

Соловьев, О.В. Квантовая теория (практический курс). Задачник для физиков. Часть I. [Электронный ресурс] / О.В. Соловьев, Э.И. Байбеков, С.И. Белов // Учебное пособие. ? Казань: Казанский университет, 2015. ? 102 с.
<http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/20301> - <http://dspace.kpfu.ru/xmlui/handle/net/20301>

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Библиотека Library Genesis - <http://gen.lib.rus.ec>

методические материалы кафедры ТФ -

<http://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-teoreticheskoy-fiziki/metodicheskie-materialy>

Образовательный проект А.Н. Варгина - <http://www.ph4s.ru/index.html>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Необходимо осуществлять записи лекционного материала по всем разделам данной дисциплины. Ключевое внимание требуется уделять вводимым определениям, формулировкам теорем, ключевым формулам и соотношениям, принципам. Рекомендуется также зарисовывать предлагаемые изображения, рисунки, графики, схемы опытов.
практические занятия	На практических занятиях рекомендуется иметь в наличии учебно-методические пособия, указанные в разделе "8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)". Рекомендуется перед решением предлагаемых задач по различным разделам ознакомиться с методическим материалом и разобранными типовыми задачами (даются в начале каждого раздела).

Вид работ	Методические рекомендации
самостоятельная работа	В содержание самостоятельной работы входит (1) разбор лекционного материала, (2) работа с основной и дополнительной учебной литературой, (3) решение практических задач, предлагаемых в качестве домашнего задания, (4) выполнение вычислений и анализа результатов лабораторных работ, (5) углубление знаний по ключевым темам (таким как "Основы квантовой механики", "Квантовомеханические операторы и их свойства", "Решение типовых задач квантовой механики", "Сверхпроводимость", "Сверхтекучесть").
экзамен	Для подготовки к экзамену требуется (1) иметь понимание материала, предлагаемого в рамках лекционного курса, (2) уметь решать типовые практические задачи по данной дисциплине, (3) иметь в наличии выполненные лабораторные работы. Необходимо знать ключевые определения, положения, принципы, формулировки теорем. Способность вывода формул, умение объяснить принципы и пояснить физический смысл соотношений будет указывать хорошее освоение учебного материала.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи;
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 12.03.04 "Биотехнические системы и технологии" и профилю подготовки "Медицинская томография: физические принципы и приборостроение".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.19 Введение в квантовую физику

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: Медицинская томография: физические принципы и приборостроение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Основная литература:

1. Бройль, Л. Избранные научные труды. Т. 1. Становление квантовой физики: работы 1921 - 1934 годов : сборник научных трудов / Л. Бройль. - Москва : Логос, 2020. - 556 с. - ISBN 978-5-98704-505-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1211630> (дата обращения: 14.02.2026). - Режим доступа: по подписке.
2. Гольдин, Л. Л. Квантовая физика. Вводный курс : учебное пособие / Л. Л. Гольдин, Г. И. Новикова. - 3-е изд. - Долгопрудный : Издательский Дом 'Интеллект', 2026. - 479 с. - ISBN 978-5-91559-268-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2241158> (дата обращения: 14.02.2026). - Режим доступа: по подписке.
3. Паршаков, А. Н. Квантовая физика в избранных задачах : учебное пособие / А. Н. Паршаков. - Долгопрудный : Издательский Дом 'Интеллект', 2026. - 255 с. - ISBN 978-5-91559-273-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2241157> (дата обращения: 14.02.2026). - Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 т. Том 3. Квантовая механика (нерелятивистская теория) / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под. ред. Л. П. Питаевского. - 6-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2016. - 800 с. - ISBN 978-5-9221-0530-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1223529> (дата обращения: 14.02.2026). - Режим доступа: по подписке.
2. Беданоков, Р. А. Квантовая физика и элементы квантовой механики : учебник для вузов / Р. А. Беданоков. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 116 с. - ISBN 978-5-507-47764-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/426242> (дата обращения: 14.02.2026). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.О.19 Введение в квантовую физику*

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Профиль подготовки: Медицинская томография: физические принципы и приборостроение

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.