

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Теоретическая физика (Квантовая механика)

Направление подготовки: 01.04.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Механика жидкости, газа и плазмы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

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) доцент, к.н. (доцент) Деминов Р.Г. (Кафедра теоретической физики, Отделение физики), Raphael.Deminov@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
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОК-2	готовностью действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения
ОК-3	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-1	способностью находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики
ОПК-2	способностью создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках
ПК-10	способностью к преподаванию физико-математических дисциплин и информатики в образовательных организациях основного общего, среднего общего, среднего профессионального и высшего образования
ПК-11	способностью и предрасположенностью к просветительной и воспитательной деятельности, готовность пропагандировать и популяризировать научные достижения
ПК-12	способностью к проведению методических и экспертных работ в области математики
ПК-2	способностью к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом
ПК-3	способностью публично представить собственные новые научные результаты
ПК-5	способностью к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах
ПК-6	способностью к собственному видению прикладного аспекта в строгих математических формулировках
ПК-8	способностью формулировать в проблемно-задачной форме не-математические типы знания (в том числе гуманитарные)
ПК-9	способностью различным образом представлять и адаптировать математические знания с учетом уровня аудитории

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен демонстрировать способность и готовность:

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;
- способность находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики;
- способность создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках;
- способность к преподаванию физико-математических дисциплин и информатики в образовательных организациях основного общего, среднего общего, среднего профессионального и высшего образования;
- способность к просветительной и воспитательной деятельности;
- способность к проведению методических и экспертных работ в области математики;

способность к организации научно-исследовательских и научно-производственных работ, к управлению научным коллективом;

способность публично представить собственные новые научные результаты;

способность к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах;

способность к собственному видению прикладного аспекта в строгих математических формулировках;

способность формулировать в проблемно-задачной форме неформальные математические типы знания (в том числе гуманитарные);

способность различным образом представлять и адаптировать математические знания с учетом уровня аудитории;

готовность пропагандировать и популяризировать научные достижения;

готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения;

готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.Б.3 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.04.03 "Механика и математическое моделирование (Механика жидкости, газа и плазмы)" и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 2 курсе в 3 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 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 30 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 16 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 42 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 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	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Физические и теоретико-познавательные основы квантовой механики	3	2	2	0	8
2.	Тема 2. Математический аппарат квантовой механики	3	2	4	0	8
3.	Тема 3. Физическое значение операторов	3	4	4	0	10
4.	Тема 4. Вероятностное толкование квантовой механики	3	2	2	0	4
5.	Тема 5. Простейшие применения квантовой механики	3	4	4	0	12
	Итого		14	16	0	42

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Физические и теоретико-познавательные основы квантовой механики

Классический способ описания явлений. Соотношения неопределенности Гейзенберга. Квантовый способ описания явлений.

Тема 2. Математический аппарат квантовой механики

Квантовая механика и задачи на линейные операторы. Линейные операторы и их свойства.

Тема 3. Физическое значение операторов

Толкование собственных значений оператора. Операторы для координат, импульсов и момента импульса. Условия возможности одновременного измерения физических величин. Оператор энергии. Волновое и стационарное уравнения Шредингера.

Тема 4. Вероятностное толкование квантовой механики

Математическое ожидание в теории вероятностей и квантовой механике. Стационарные состояния и их свойства.

Тема 5. Простейшие применения квантовой механики

Свободная частица. Потенциальный порог. Потенциальный барьер. Частица в прямоугольной потенциальной яме. Гармонический осциллятор-спектр энергии, собственные функции.

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 образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/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

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)

Каталог образовательных интернет-ресурсов на сайте - <http://www.edu.ru/>

Кафедра квантовой статистики и теории поля МГУ. Библиотека - <http://statphys.nm.ru/biblioteka.html>

Научная библиотека на сайте - <http://www.poiskknig.ru>

Научная энциклопедия на сайте - <http://elementy.ru/physics>

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

Разбор и усвоение лекционного материала.

После каждой лекции студенту следует внимательно прочитать и разобрать конспект, при этом:

- Понять и запомнить все новые определения.
- Понять все математические выкладки и лежащие в их основе физические положения и допущения; воспроизвести все выкладки самостоятельно, не глядя в конспект.
- Выполнить или доделать выкладки, которые лектор предписал сделать самостоятельно (если таковые имеются).
- Если лектор предписал разобрать часть материала более подробно самостоятельно по доступным письменным или электронным источникам, то необходимо своевременно это сделать.
- При возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется попросить помощи у своих одногруппников или сокурсников. Также можно обратиться за помощью к лектору. Для этого можно лично подойти к преподавателю, либо написать ему электронное письмо, сформулировав в нём возникающие вопросы. К письму можно прикрепить какие-либо электронные материалы, связанные с возникшими вопросами, например, сканированные или сфотографированные листочки с рукописными комментариями, пометками, выкладками и т.п.

Самостоятельное изучение части материала.

Если часть учебного материала отведена на самостоятельное изучение, то необходимо приступить к этому незамедлительно после указания преподавателя и освоить материал в отведенные им сроки. Материал следует изучить по доступным письменным и электронным источникам, о которых сообщит преподаватель.

Подготовка к опросу (практическому занятию, подготовка домашнего задания).

В домашней работе студентов можно выделить две составляющие: 1) разбор решений задач аудиторных занятий, 2) самостоятельное решение домашних задач. Таким образом, придя домой после каждого аудиторного занятия, студент должен сначала решить самостоятельно (не глядя в рабочую тетрадь) те задачи, которые решил преподаватель во время занятия. При возникновении трудностей во время решения какой-нибудь задачи следует разобрать решение этой задачи в тетради. Затем следует решить задачу самостоятельно без тетради. Сколько бы раз не приходилось возвращаться к тетради, настоятельно рекомендуется всё же научиться воспроизводить решение самостоятельно. Затем следует приступить к решению задач из домашнего задания. При возникновении трудностей рекомендуется попросить помощи у своих одногруппников или сокурсников. Приветствуется совместный поиск решений. Также можно обратиться за помощью к преподавателю. Для этого можно лично подойти к преподавателю, либо написать ему электронное письмо, сформулировав в нём возникающие вопросы и/или прикрепив свой отсканированный или сфотографированный вариант решения для проверки. Пропустив какое-либо занятие, студенту следует скопировать решение разобранных на занятии задач из тетради какого-нибудь одногруппника; разобрать их решение, решить их самостоятельно, а также решить задачи домашнего задания.

Подготовка к контрольной работе.

То, как студент научился самостоятельно решать задачи, преподаватель проверяет посредством проведения контрольных работ, на которых от студента требуется решить несколько задач из числа тех, которые решались в аудитории, и тех, которые были заданы в качестве домашней работы. Таким образом, для успешной подготовки к контрольным работам необходимо научиться самостоятельно воспроизводить решения разобранных на занятиях задач и задач домашних заданий в соответствии с рекомендациями для подготовки домашнего задания, приведенными выше.

Подготовка к зачету.

При систематической работе в семестре подготовка к зачету состоит в повторении изученных ранее тем и вопросов лекционного материала.

Тема 1. Физические и теоретико-познавательные основы квантовой механики. Обратить внимание на существенные различия классического и квантового способов описания явлений, их особенности, роль неравенств Гейзенберга.

Тема 2. Математический аппарат квантовой механики. Обратить внимание на определения линейного оператора, транспонированного оператора, самосопряженного оператора и его свойства, унитарного оператора.

Тема 3. Физическое значение операторов. Обратить внимание на толкование собственных значений оператора как возможных значений величины, которой отвечает этот оператор. Знать вид оператора, его спектр и собственные функции для координат, компонент импульса, компонент момента импульса. Представлять, что условием одновременного измерения двух физических величин является равенство нулю коммутатора их операторов. Понимать, что стационарное уравнение Шредингера представляет собой уравнение на собственные функции и собственные значения оператора энергии. Обратить внимание на то, что в представлении Шредингера зависимость от времени связана с зависимостью от времени волновой функции, а в представлении Гейзенберга зависимость от времени переносится на операторы. Учитывать, что волновое уравнение Шредингера к классу уравнений типа диффузии или теплопроводности из-за мнимой единицы и допускает решения в виде волн.

Тема 4. Вероятностное толкование квантовой механики. Понимать, что введение математического ожидания в квантовой механике базируется на гипотезе о вероятностном характере описания взаимодействия микрочастицы с прибором. Предоставлять, что сама волновая функция (амплитуда вероятности) физического смысла не имеет; физический смысл имеет квадрат модуля волновой функции - это плотность вероятности нахождения частицы в каком месте пространства.

Тема 5. Простейшие применения квантовой механики. В простейших задачах квантовой механики речь идет об одномерном движении свободной частицы, частицы, налетающей на потенциальный порог и потенциальный барьер, частицы в прямоугольной потенциальной яме и одномерном гармоническом осцилляторе. Во всех этих задачах решается одномерное уравнение Шредингера для стационарных состояний с учетом стандартных условий, накладываемых на волновую функцию. Обратить внимание на то, что в случае инфинитного движения спектр возможных значений энергии сплошной, а при финитном движении (частица в яме, гармонический осциллятор) - дискретный.

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 01.04.03 "Механика и математическое моделирование" и магистерской программе "Механика жидкости, газа и плазмы".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.Б.3 Теоретическая физика (Квантовая механика)

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 01.04.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Механика жидкости, газа и плазмы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Основная литература:

1. Кочелаев, Б. И. Квантовая теория : конспект лекций / Б. И. Кочелаев ; Казан. федер. ун-т, Ин-т физики, Каф теорет. физики .- [2-е изд., перераб., доп. и испр.] .- Казань : [Казанский университет], 2013 .- 222 с.
2. Кочелаев, Б. И. Квантовая теория : конспект лекций [электронный ресурс] / Б. И. Кочелаев - Казань: Казанский университет, 2013 . - 222 с. Режим доступа: - http://kpfu.ru/portal/docs/F1738320152/Quantum_Theory.pdf
3. Соловьев, О. В. Квантовая теория (практический курс). Задачник для физиков. Часть I / О. В. Соловьев, Э. И. Байбеков, С. И. Белов. - Казань: Казан. ун-т, 2015.- 111 с. Режим доступа: - http://kpfu.ru/portal/docs/F2127646978/Kvantovaya_teoriya.Zadachnik.Chast1.pdf

Дополнительная литература:

1. Байков, Ю. А. Квантовая механика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. - Электрон. дан. - Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 294 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70719>
2. Блохинцев, Д. И. Основы квантовой механики [Электронный ресурс] : учеб. пособие - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2004. - 672 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/619>

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.Б.3 Теоретическая физика (Квантовая механика)

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

Направление подготовки: 01.04.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Механика жидкости, газа и плазмы

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

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 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.