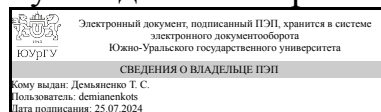


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



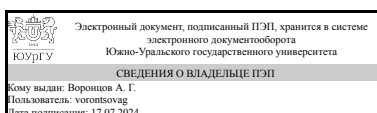
Т. С. Демьяненко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.02.М2.01 Основы квантовой механики
для направления 01.03.04 Прикладная математика
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем

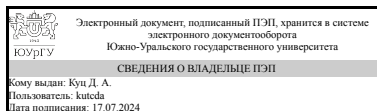
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 11

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., доц.



А. Г. Воронцов

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



Д. А. Куц

1. Цели и задачи дисциплины

Главной целью данной дисциплины является подготовка учащихся к работе в области квантовых вычислений. Квантовые вычисления более подробно будут рассматриваться последующих двух дисциплинах "Элементы квантовой оптики" и "Квантовые вычисления". Квантовая механика является основой для квантовых вычислений, поэтому основными задачами данной дисциплины является изложение основных постулатов квантовой механики и изучение математического аппарата квантовой механики.

Краткое содержание дисциплины

Основное содержание данной дисциплины состоит в подробном рассмотрении следующих тем: волновая функция, понятие оператора физической величины, уравнение Шредингера, соотношение неопределенностей, линейный гармонический осциллятор, матрица плотности, измерение в квантовой механике, запутывание квантовых систем.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	Знает: основные положения квантовой механики Имеет практический опыт: решения задачи квантовой механики в матричном представлении
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	Имеет практический опыт: управления своим временем для получения дополнительных знаний по квантовой механике

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.29 Языки программирования	1.Ф.02.М1.02 Программирование для анализа данных, 1.Ф.02.М8.02 Основы цифровой обработки сигналов, 1.Ф.02.М6.02 Современные подходы к организации бизнеса, 1.Ф.02.М1.03 Приложения и практика анализа данных, 1.О.18 Уравнения математической физики, 1.Ф.02.М3.03 Основы проектной деятельности, 1.Ф.02.М3.02 Основы предпринимательства, 1.О.06 Правоведение, 1.Ф.02.М9.03 IT-технологии в решении экологических задач, 1.Ф.02.М6.03 Финансовый профиль бизнеса, 1.Ф.02.М5.03 Организация продуктивного

	<p>мышления,</p> <p>1.Ф.02.М9.02 Современные методы решения проблем энерго- и ресурсосбережения,</p> <p>1.О.34 Практикум по объектно-ориентированному программированию,</p> <p>1.Ф.02.М2.02 Элементы квантовой оптики,</p> <p>1.Ф.02.М7.03 Интеллектуальные измерительные системы,</p> <p>1.Ф.02.М7.02 Программное обеспечение измерительных процессов,</p> <p>1.Ф.02.М5.02 Инструментарий решения изобретательских задач,</p> <p>1.Ф.02.М4.02 Анализ данных, моделирование и методы искусственного интеллекта,</p> <p>1.О.17 Дифференциальные уравнения,</p> <p>1.Ф.02.М2.03 Квантовые вычисления,</p> <p>1.Ф.02.М8.03 Цифровые электронные устройства,</p> <p>1.Ф.02.М4.03 Информационные технологии в управлении организационными структурами,</p> <p>Учебная практика (проектно-технологическая) (4 семестр),</p> <p>Производственная практика (проектно-технологическая) (6 семестр)</p>
--	---

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.29 Языки программирования	<p>Знает: инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, основные языки программирования</p> <p>Умеет: формулировать цели личностного и профессионального развития и определять условия их достижения, применять основные методы и приемы программирования</p> <p>Имеет практический опыт: планирования самостоятельной работы и собственной деятельности, реализации стандартных алгоритмов с использованием различных языков программирования</p>

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 72,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		3

Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	71,5	71,5
Подготовка к контрольной работе №1, №2, №3.	41,5	41,5
Подготовка к дифференцированному зачету	30	30
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	диф.зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Современные перспективы квантовых технологий	2	2	0	0
2	Экспериментальные предпосылки создания квантовой механики	12	6	6	0
3	Основные положения квантовой механики	50	24	26	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Зачем нам нужны квантовые технологии. Вводная лекция.	2
2	2	Волновое уравнение. Интерференция.	2
3	2	С чего началась квантовая механика: формула Планка для теплового излучения, фотоэффект, эффект Комптона.	2
4	2	С чего началась квантовая механика: гипотеза де-Бройля, спектр атома водорода, постулаты Бора.	2
5	3	Постулаты квантовой механики. Волновая функция. Операторы физических величин.	2
6	3	Собственные векторы и собственные значения линейных операторов	2
7	3	Уравнение Шредингера.	2
8	3	Принцип неопределенностей	2
9	3	Линейный гармонический осциллятор.	2
10	3	Эквивалентные представления.	2
11	3	Законы сохранения и сохраняющиеся величины	2
12	3	Матричная формулировка квантовой механики.	2
13	3	Понятие матрицы плотности.	2
14	3	Системы тождественных частиц.	2
15	3	ЭПР парадокс.	2
16	3	Неравенства Белла.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№	№	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-
---	---	---	------

занятия	раздела		во часов
1	2	Волновое уравнение. Интерференция.	2
2	2	Основы квантовой оптики: тепловое излучение, фотоэффект, эффект Комптона.	2
3	2	Основы квантовой оптики: волны де-Бройля, спектр атома водорода.	2
4	3	Линейные пространства. Размерность. Базис. Эрмитово скалярное произведение, унитарное и гильбертово пространства.	2
5	3	Алгебра линейных операторов.	2
6	3	Правила сопряжения. Самосопряженные (эрмитовы) операторы. Фундаментальные операторы КМ.	2
7	3	Задачи на собственные значения для эрмитовых операторов.	2
8	3	Простейшие одномерные задачи (замкнутая линия, потенциальный барьер, потенциальная яма).	2
9	3	Линейный гармонический осциллятор.	2
10	3	Представление Шредингера и представление Гейзенберга.	2
11	3	Симметрия в квантовой механике.	2
12	3	Задачи в матричной формулировке.	2
13	3	Задачи на матрицу плотности.	2
14	3	Бозоны и фермионы.	2
15	3	Тензорное произведение состояний и запутанные состояния.	2
16	3	Квантовая нелокальность.	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к контрольной работе №1, №2, №3.	Савельев И. В. Основы теоретической физики. Том 2. Квантовая механика (2021). Глава 1, п. 1-5, с. 7-21; Глава 2, п. 7-14, с. 25-71; Глава 3, п. 15-18, с. 72-80; Глава 4, п. 21-22, с. 96-103; Глава 9, п. 45-46, с. 243-245. https://e.lanbook.com/book/169151 Иродов, И. Е. Задачи по квантовой физике (2020). Истоки квантовой физики - стр. 7-24, Волновые свойства частиц - стр. 25-41, Основы квантовой механики - стр. 42-55. https://e.lanbook.com/book/135493	3	41,5
Подготовка к дифференцированному зачету	Савельев И. В. Основы теоретической физики. Том 2. Квантовая механика (2021). Глава 1, п. 1-5, с. 7-21; Глава 2, п. 7-14, с. 25-71; Глава 3, п. 15-18, с. 72-80; Глава 4, п. 21-22, с. 96-103; Глава 9, п. 45-46, с. 243-245. https://e.lanbook.com/book/169151 Иродов,	3	30

	И. Е. Задачи по квантовой физике (2020). Истоки квантовой физики - стр. 7-24, Волновые свойства частиц - стр. 25-41, Основы квантовой механики - стр. 42-55. https://e.lanbook.com/book/135493		
--	--	--	--

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Контрольная работа №1	1	5	Контрольная работа охватывает 2-ой раздел курса. Работа состоит из 5 задач, каждая задача оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; иначе - 0 баллов).	дифференцированный зачет
2	3	Текущий контроль	Контрольная работа № 2	1	5	Контрольная работа охватывает первую половину 3-го раздела курса. Работа состоит из 5 задач, каждая задача оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; иначе - 0 баллов).	дифференцированный зачет
3	3	Текущий контроль	Контрольная работа № 3	1	5	Контрольная работа охватывает вторую половину 3-го раздела курса. Работа состоит из 5 задач, каждая задача оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; иначе - 0 баллов).	дифференцированный зачет
4	3	Проме-	Дифференцированный	-	8	Билет содержит 8	дифференцированный

	жуточная аттестация	зачет		задач. Правильное решение задачи оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; нет подробного решения или нет правильного ответа - 0 баллов).	зачет
--	---------------------	-------	--	--	-------

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	Промежуточная аттестация может быть выставлена по результатам текущей успеваемости. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации не является обязательным. Студент может улучшить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое проводится в письменной форме. Билет содержит 8 задач. Время на выполнение: 90 минут. В процессе подготовки к ответу запрещено пользоваться печатными и электронными источниками информации. Студенту могут быть заданы дополнительные уточняющие вопросы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
УК-2	Знает: основные положения квантовой механики	+	+		+
УК-2	Имеет практический опыт: решения задачи квантовой механики в матричном представлении		+		+
УК-6	Имеет практический опыт: управления своим временем для получения дополнительных знаний по квантовой механике			+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) *основная литература:*

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Куц Д.А. Методические указания для самостоятельной работы студентов по предмету "Основы квантовой механики", 2022. — 7 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Куц Д.А. Методические указания для самостоятельной работы студентов по предмету "Основы квантовой механики", 2022. — 7 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Савельев, И. В. Основы теоретической физики : учебник : в 2 томах / И. В. Савельев. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021 — Том 2 : Квантовая механика — 2021. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-0620-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/169151 (дата обращения: 04.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Иродов, И. Е. Задачи по квантовой физике : учебное пособие / И. Е. Иродов. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 220 с. — ISBN 978-5-00101-685-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/135493 (дата обращения: 04.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Блохинцев, Д. И. Основы квантовой механики : учебное пособие / Д. И. Блохинцев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 672 с. — ISBN 978-5-8114-0554-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167719 (дата обращения: 04.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Демидович, Б. П. Математические основы квантовой механики : учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-9077-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/184056 (дата обращения: 04.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	608 (16)	Персональный компьютер, проектор.
Самостоятельная работа студента	127 (36)	Компьютер, моноблоки, подключенные к сети Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, проектор, экран.
Зачет	608 (16)	Персональный компьютер, проектор.
Лекции	608 (16)	Персональный компьютер, проектор.