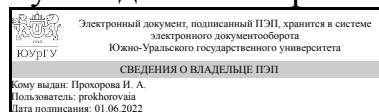


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



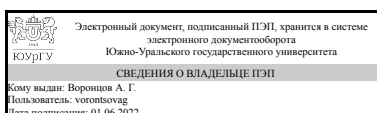
И. А. Прохорова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.25.М2.01 Основы квантовой механики
для направления 09.03.03 Прикладная информатика
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем**

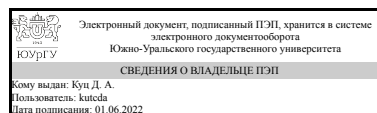
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 922

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
Нет	1.Ф.25.М2.02 Элементы квантовой оптики, 1.Ф.25.М2.03 Квантовые вычисления

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

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 72,25 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>	71,75	71,75	
Подготовка к зачету	30	30	
Подготовка к контрольной работе №1, №2, №3.	41,75	41.75	
Консультации и промежуточная аттестация	8,25	8,25	
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

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-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 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, 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	30
Подготовка к контрольной работе №1, №2, №3.	Савельев И. В. Основы теоретической физики. Том 2. Квантовая механика	3	41,75

	(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		
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

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	Контрльная 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	Контрльная 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	Текущий контроль	Мини-контрольная работа №1	1	2	Мини-контрольная работа состоит из 2-х задач, решение каждой задачи оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; иначе - 0 баллов).	дифференцированный зачет

5	3	Текущий контроль	Мини-контрольная работа №2	1	2	Мини-контрольная работа состоит из 2-х задач, решение каждой задачи оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; иначе - 0 баллов).	дифференцированный зачет
6	3	Текущий контроль	Мини-контрольная работа №3	1	2	Мини-контрольная работа состоит из 2-х задач, решение каждой задачи оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; иначе - 0 баллов).	дифференцированный зачет
7	3	Текущий контроль	Мини-контрольная работа №4	1	2	Мини-контрольная работа состоит из 2-х задач, решение каждой задачи оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; иначе - 0 баллов).	дифференцированный зачет
8	3	Промежуточная аттестация	Зачет	-	8	Билет содержит 8 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).	дифференцированный зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	<p>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.</p> <p>Студенту могут быть заданы дополнительные уточняющие вопросы. В результате складывается совокупный рейтинг студента, который дифференцируется в оценку и проставляется в ведомость, зачетную книжку студента. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося дисциплине 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Оценка по дисциплине вносится в «Приложение к диплому бакалавра».</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ							
		1	2	3	4	5	6	7	8
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-Office(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
Самостоятельная работа студента	127 (36)	Компьютер, моноблоки, подключенные к сети Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, проектор, экран.
Практические занятия и семинары	608 (16)	Персональный компьютер, проектор.
Зачет, диф.зачет	608 (16)	Персональный компьютер, проектор.
Лекции	608 (16)	Персональный компьютер, проектор.