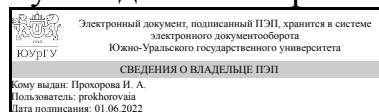


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



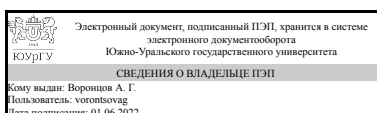
И. А. Прохорова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.25.М2.03 Квантовые вычисления
для направления 09.03.03 Прикладная информатика
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем

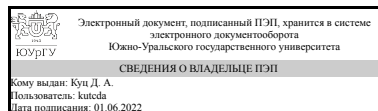
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 922

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. Основная задача данной дисциплины - на примере конкретных алгоритмов познакомить студентов с квантовыми вычислениями.

Краткое содержание дисциплины

Основное содержание данной дисциплины состоит в подробном рассмотрении следующих тем: кубит, графическое представление унитарных операторов, квантовое решение проблемы Дойча, квантовый алгоритм Берштейна-Вазирани, проблема Симони, квантовый алгоритм Шора.

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: Действие основных квантовых гейтов. Имеет практический опыт: Решения задач по теме квантовых вычислений.
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	Имеет практический опыт: реализации траектории саморазвития для освоения материала по квантовым вычислениям

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.25.М2.01 Основы квантовой механики, 1.Ф.25.М2.02 Элементы квантовой оптики	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.Ф.25.М2.01 Основы квантовой механики	Знает: Основные положения квантовой механики. Умеет: Имеет практический опыт: Решения задачи квантовой механики в матричном представлении., Управления своим временем для получения дополнительных знаний по квантовой механике.
1.Ф.25.М2.02 Элементы квантовой оптики	Знает: Как управлять своим временем, чтобы освоить аппарат операторов рождения – уничтожения Умеет: Выстраивать траекторию саморазвития для освоения материала по квантовой оптике, Решать задачи квантовой оптики. Имеет практический опыт:

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	
		5	
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 контрольным работам.	31,75	31,75	
Подготовка к зачету	30	30	
Подготовка к мини-контрольным	10	10	
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	Квантовая механика в матричной форме	12	6	6	0
2	Квантовые вычисления	52	26	26	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Линейная алгебра и дираковская система обозначений.	2
2	1	Спектральная теорема, теорема Шмидта о разложении, неравенство Коши-Буняковского, неравенство Гейзенберга.	2
3	1	Кубит и его динамика.	2
4	2	Составные системы и запутанные состояния. Измерение кубита.	2
5	2	Смешанные состояния. Обобщенные квантовые операции.	2
6	2	Модель квантовой схемы. Квантовые элементы.	2
7	2	Проблема Дойча.	2
8	2	Квантовый алгоритм Берштейна-Вазирани.	2
9	2	Проблема Саймона.	2
10	2	Алгоритм Гровера.	2
11	2	Квантовое перечисление.	2
12	2	Квантовый алгоритм Шора.	2
13	2	Протокол квантовой криптографии BB-84.	2
14	2	Протокол квантовой криптографии B-92.	2

15	2	Исправление квантовых ошибок (часть 1).	2
16	2	Исправление квантовых ошибок (часть 2)	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Решение задач по темам: гильбертово пространство, двойственные векторы, операторы.	2
2	1	Решение задач по темам: спектральная теорема, теорема Шмидта о разложении, неравенство Коши-Буняковского, неравенство Гейзенберга.	2
3	1	Решение задач по темам: кубит, матрицы Паули.	2
4	2	Решение задач по темам: запутанные состояния, измерение кубита.	2
5	2	Решение задач по темам: смешанные состояния, взятие частичного следа, обобщенные квантовые операции.	2
6	2	Решение задач по темам: модель квантовой схемы, квантовые элементы.	2
7	2	Решение задач по теме: проблема Дойча.	2
8	2	Решение задач по теме: квантовый алгоритм Берштейна-Вазирани	2
9	2	Решение задач по теме: проблема Саймона	2
10	2	Решение задач по теме: алгоритм Гровера	2
11	2	Решение задач по теме: квантовое перечисление.	2
12	2	Решение задач по теме: квантовый алгоритм Шора	2
13	2	Решение задач по теме: протоколы квантовой криптографии (часть 1).	2
14	2	Решение задач по теме: протоколы квантовой криптографии (часть 2).	2
15	2	Решение задач на тему: исправление квантовых ошибок (часть 1).	2
16	2	Решение задач на тему: исправление квантовых ошибок (часть 2).	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 контрольным работам.	Прилипко, В. К. Физические основы квантовых вычислений. Динамика кубита : монография — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. Главы: гл. 1, стр. 5-35, гл. 2, стр. 36-48, гл. 3, стр. 49-69, гл. 4, стр. 70-81, гл. 8, стр. 135-142. https://e.lanbook.com/book/111888	5	31,75
Подготовка к зачету	Прилипко, В. К. Физические основы квантовых вычислений. Динамика кубита : монография — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. Главы: гл. 1, стр. 5-35, гл. 2, стр. 36-48, гл. 3, стр. 49-69, гл. 4, стр. 70-81, гл. 8, стр. 135-142. https://e.lanbook.com/book/111888	5	30

	Хренников, А. Ю. Введение в квантовую теорию информации : учебник — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 284 с. Главы: гл. 3, стр. 59-85, гл. 4, стр. 86-107, гл. 5, стр.108-131. https://e.lanbook.com/book/2176 .		
Подготовка к мини-контрольным	Хренников, А. Ю. Введение в квантовую теорию информации : учебник — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 284 с. Главы: гл. 3, стр. 59-85, гл. 4, стр. 86-107, гл. 5, стр.108-131. https://e.lanbook.com/book/2176 .	5	10

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	5	Текущий контроль	Контрольная работа 1	5	5	Контрольная 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	5	Текущий контроль	Контрольная работа 2	5	5	Контрольная 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	5	Текущий контроль	Контрольная работа 3	5	5	Контрольная 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	5	Текущий контроль	Мини-контрольная работа 1	1	1	Мини-контрольная работа состоит из 1 задачи, решение которой оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; иначе - 0 баллов).	дифференцированный зачет
5	5	Текущий контроль	Мини-контрольная работа 2	1	1	Мини-контрольная работа состоит из 1 задачи, решение которой оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1	дифференцированный зачет

	вычислений.																			
УК-6	Имеет практический опыт: реализации траектории саморазвития для освоения материала по квантовым вычислениям	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++

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. Методические рекомендации. Куц Д.А.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические рекомендации. Куц Д.А.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Хренников, А. Ю. Введение в квантовую теорию информации : учебник / А. Ю. Хренников. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 284 с. — ISBN 978-5-9221-0951-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2176 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Ильичев, И. В. Элементарные основы квантовых вычислений. Упражнения и задачи : учебное пособие / И. В. Ильичев. — Новосибирск : НГТУ, 2014. — 28 с. — ISBN 978-5-7782-2414-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118442 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Левичев, В. В. Основы квантовой механики в простейших задачах : учебное пособие / В. В. Левичев. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2014. — 36 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/70963 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Основная литература	Электронно-библиотечная	Прилипка, В. К. Физические основы квантовых вычислений. Динамика кубита : монография / В. К.

	система издательства Лань	Прилипко, И. И. Коваленко. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-3383-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/111888 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
--	---------------------------------	--

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. ФГАОУ ВО "ЮУрГУ (НИУ)"-Портал "Электронный ЮУрГУ" (<https://edu.susu.ru>)(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.
Лекции	608 (16)	Персональный компьютер, проектор.
Зачет, диф.зачет	608 (16)	Персональный компьютер, проектор.