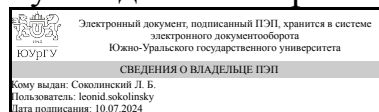


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



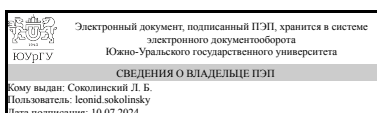
Л. Б. Соколинский

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.16 Квантовые вычисления
для направления 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные
технологии
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Системное программирование

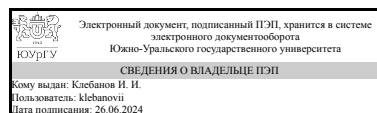
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению
подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии,
утверждённым приказом Минобрнауки от 23.08.2017 № 811

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



Л. Б. Соколинский

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



И. И. Клебанов

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины-познакомить студентов с основными идеями реализации квантовых вычислений и дать представление о роли квантовых вычислений в современной науке
Задачи дисциплины-научить студента понимать язык квантовых вычислений и разрабатывать простейшие квантовые алгоритмы для решения прикладных задач

Краткое содержание дисциплины

Линейная алгебра. Основы квантовой механики. Квантовые алгоритмы. Элементы квантовой теории информации. Языки квантового программирования. Возможная физическая реализация квантовых процессоров

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	Знает: основы квантовой механики Умеет: применять математический аппарат квантовой механики для решения прикладных задач Имеет практический опыт: решения простейших задач квантовой механики
ОПК-1 Способен находить, формулировать и решать актуальные проблемы прикладной математики, фундаментальной информатики и информационных технологий	Знает: основы теории квантовых вычислений Умеет: строить схемы квантовых алгоритмов Имеет практический опыт: разработки простейших квантовых алгоритмов
ОПК-3 Способен проводить анализ математических моделей, создавать инновационные методы решения прикладных задач профессиональной деятельности в области информатики и математического моделирования	Знает: основы моделирования сложных систем Умеет: разрабатывать квантовые алгоритмы для моделирования сложных систем Имеет практический опыт: разработки конкретной модели сложной системы

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.20 Интеллектуальный анализ данных, 1.О.09 Глубокие нейронные сети, 1.О.17 Машинное обучение, 1.О.03 Криптография и защита информации, ФД.02 Методы искусственного интеллекта, 1.О.02 Методология научного познания, 1.О.12 Разработка систем искусственного интеллекта на языке Python, 1.О.19 Компьютерное зрение	Не предусмотрены

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

Дисциплина	Требования
1.О.09 Глубокие нейронные сети	<p>Знает: специализированные библиотеки для создания искусственных нейронных сетей, классы задач обработки больших данных на основе методов искусственных нейронных сетей, математическую модель нейрона, технологии создания искусственных нейронных сетей, методы оптимизации, регуляризации и нормализации параметров нейронной сети и процесса ее обучения</p> <p>Умеет: применять современные инструментальные средства и системы программирования для разработки и обучения моделей искусственных нейронных сетей, осуществлять формализацию задачи, построение математической модели, подготовку обучающего набора данных, подбор топологии и создание искусственной нейронной сети в соответствии с поставленной задачей</p> <p>Имеет практический опыт: создания и обучения искусственных нейронных сетей с применением специализированных библиотек, формулирования и решения задач в области машинного обучения с использованием нейросетевого подхода</p>
ФД.02 Методы искусственного интеллекта	<p>Знает: математические основы и технологии машинного обучения, современные интегрированные среды разработки ПО на языках высокого уровня и специализированные библиотеки искусственного интеллекта</p> <p>Умеет: применять современные методы машинного обучения на основе нейронных сетей, создавать и обучать глубокие и сверточные искусственные нейронные сети с применением специализированных библиотек</p> <p>Имеет практический опыт: анализа и оптимизации полученных решений на основе нейросетевого подхода, решения задач в области машинного обучения и компьютерного зрения</p>
1.О.02 Методология научного познания	<p>Знает: социальные сети для ученых, особенности межкультурного взаимодействия ученых различных стран, этапы проведения исследовательского эксперимента, современные сервисы поиска и построения командной работы в коллаборации со специалистами смежных областей, технологии организации совместной работы</p> <p>Умеет: осуществлять коммуникацию и коллаборацию при работе над проектами с зарубежными и отечественными учеными посредством специализированных сервисов, организовывать эффективное рабочее онлайн-пространство для совместных проектов с представителями различных культур, строить план эксперимента, выделять факторы, влияющие на оценку результатов эксперимента, создавать условия повторяемости результатов</p>

	<p>эксперимента, пользоваться сервисами организации совместных проектов, в том числе на сетевой основе, использовать современные средства и технологии осуществления совместных проектов, хранения данных, организации среды совместной работы Имеет практический опыт: общения и выполнения мини-проектов с учеными других стран посредством специализированных сервисов, владения навыками быстрой адаптации к изменяющимся условиям и нетиповым задачам при решении междисциплинарных задач с привлечением участников из различных стран, построения интеллектуальных карт предметной области, создания и руководства совместными проектами в специализированных сервисах с фиксацией затраченного рабочего времени, выполненных задач и доли работы каждого члена команды, создания общих документов различных типов, репозитория для хранения данных и программ</p>
1.О.03 Криптография и защита информации	<p>Знает: основные подходы к математической формализации различных аспектов безопасности информационных систем и реализации средств защиты информации, основные требования информационной безопасности, основные алгоритмы шифрования данных, базовые понятия для математического обеспечения информационной безопасности Умеет: применять математические методы и алгоритмы защиты информации при решении профессиональных задач в области информационной безопасности, применять математические методы защиты информации, кодировать информацию с помощью основных алгоритмов шифрования Имеет практический опыт: самостоятельного формулирования задач и политик безопасности, построения систем защиты, использования основных алгоритмов шифрования для защиты данных и информационной безопасности</p>
1.О.20 Интеллектуальный анализ данных	<p>Знает: современные методы проектирования, разработки, отладки и тестирования приложений интеллектуального анализа данных, методы подготовки данных и оценки эффективности моделей интеллектуального анализа данных, определения, технологический цикл и основные методы решения базовых задач интеллектуального анализа данных (поиск шаблонов, классификация, кластеризация, поиск аномалий) Умеет: применять современные инструментальные средства для разработки приложений интеллектуального анализа данных, применять методы подготовки данных и оценки эффективности аналитических моделей для разработки приложений интеллектуального</p>

	<p>анализа данных, выполнять проектирование приложений интеллектуального анализа данных Имеет практический опыт: применения современного программного инструментария для разработки приложений интеллектуального анализа данных, применения программных средств для подготовки данных и оценки эффективности моделей интеллектуального анализа данных, разработки приложений интеллектуального анализа данных</p>
<p>1.О.12 Разработка систем искусственного интеллекта на языке Python</p>	<p>Знает: основные инструменты (программные библиотеки и язык программирования) для обработки и анализа данных, основные инструменты (программные библиотеки и язык программирования) для выполнения операций обработки и анализа данных, анализа готовых информационных наборов данных Умеет: подбирать наиболее подходящие инструменты для анализа имеющихся данных и выявления закономерностей, применять специализированные библиотеки языка Python для сбора, обработки и анализа данных, устанавливать программное обеспечение (среды разработок, программные библиотеки, соответствующий backend), просматривать версию и состав используемого программного обеспечения, задавать требуемый backend для решения поставленной задачи Имеет практический опыт: анализа готовых информационных наборов данных, применять специализированные библиотеки языка Python для сбора, обработки и анализа данных, установки и инсталляции программного обеспечения, используемого для решения задач в области сбора, обработки и анализа данных</p>
<p>1.О.19 Компьютерное зрение</p>	<p>Знает: современные методы поиска видео- и графической информации, основные методы и подходы для решения задач поиска, обработки и распознавания видео- и графической информации, методы для анализа математических моделей алгоритмов машинного обучения Умеет: обрабатывать и распознавать видео- и графическую информацию методами машинного обучения, применять методы для решения актуальных задач, связанных с применением алгоритмов машинного обучения в задачах поиска, обработки и распознавания видео- и графической информации, реализовывать математические модели алгоритмов машинного обучения Имеет практический опыт: применения современных алгоритмов поиска, обработки и распознавания видео- и графической информации, развертывания полноценных систем для поиска, обработки и распознавания видео- и графической информации, создания систем для поиска ,</p>

	обработки и распознавания видео- и графической информации с использованием алгоритмов машинного обучения
1.О.17 Машинное обучение	Знает: технологию создания моделей машинного обучения с помощью библиотек языка Python, методы оптимизации, регуляризации, нормализации и валидации моделей машинного обучения, математические основы, принципы создания, обучения и валидации моделей машинного обучения Умеет: создавать и обучать модели машинного обучения с помощью библиотек языка Python, математические основы, принципы создания, обучения и валидации моделей машинного обучения Имеет практический опыт: решения задач машинного обучения с помощью библиотек языка Python, анализа и оптимизации полученных решений на основе машинного обучения

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75	
Подготовка доклада на семинаре	13,75	13.75	
Подготовка реферата оригинальной научной статьи по квантовым вычислениям по выбору студента и согласованию с преподавателем	40	40	
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основы квантовой механики	12	8	4	0
2	Элементы теории квантовых алгоритмов	14	10	4	0
3	Элементы квантовой теории информации	12	8	4	0
4	Специальные вопросы	10	6	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Линейная алгебра	2
2	1	Математический аппарат квантовой механики	4
3	1	Квантовая запутанность и квантовая телепортация	2
4	2	Вычислительные модели и анализ вычислительных задач	2
5	2	Квантовые схемы	4
6	2	Квантовое преобразование Фурье	2
7	2	Квантовые алгоритмы поиска	2
8	3	Классическая теория информации (обзор)	2
9	3	Квантовое обобщение классической теории информации	4
10	3	Исправление квантовых ошибок	2
11	4	Языки квантового программирования	4
12	4	Физическая реализация квантовых процессоров	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Линейная алгебра	2
2	1	Математический аппарат квантовой механики	2
3	2	Квантовое преобразование Фурье	2
4	2	Алгоритм Шора	2
5	3	Квантовая криптография	4
6	4	Языки квантового программирования	4

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 доклада на семинаре	Архив статей Лос-Аламосской национальной лаборатории.-- URL: https://arxiv.org/list/quant-ph/new (дата обращения: 28.01.2022).--Режим доступа: свободный	3	13,75
Подготовка реферата оригинальной научной статьи по квантовым вычислениям по выбору студента и согласованию с преподавателем	Архив статей Лос-Аламосской национальной лаборатории.-- URL: https://arxiv.org/list/quant-ph/new (дата обращения: 28.01.2022).--Режим доступа: свободный	3	40

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	Учи-тыва-ется в ПА
1	3	Текущий контроль	Коллоквиум 1	1	10	Студент должен письменно ответить на 2 вопроса из предлагаемого списка вопросов по разделу курса. Каждый ответ оценивается по пятибалльной системе. Таким образом, максимальный балл-10. Критерии оценки -5 баллов. Приведены все определения, формулировки и доказательства теорем, а также примеры. Неточностей и ошибок нет. -4 балла. Приведены все определения, формулировки и доказательства теорем, а также примеры. Имеются неточности в определениях -3 балла. Приведены все определения, формулировки и доказательства теорем, а также примеры. Имеются неточности в определениях и ошибки в доказательствах -2 балла. Приведены не все определения, доказательства теорем отсутствуют. Имеются неточности в определениях. 1 балл. Студент сделал попытку ответа на вопрос, но ответ не предоставил.	зачет
2	3	Текущий контроль	Коллоквиум 2	1	10	Студент должен письменно ответить на 2 вопроса из предлагаемого списка вопросов по разделу курса. Каждый ответ оценивается по пятибалльной системе. Таким образом, максимальный балл-10. Критерии оценки -5 баллов. Приведены все определения, формулировки и доказательства теорем, а также примеры. Неточностей и ошибок нет. -4 балла. Приведены все определения, формулировки и доказательства теорем, а также примеры. Имеются неточности в определениях -3 балла. Приведены все определения, формулировки и доказательства теорем, а также примеры. Имеются неточности в определениях и ошибки в доказательствах -2 балла. Приведены не все определения, доказательства теорем отсутствуют. Имеются неточности в определениях. 1 балл. Студент сделал попытку ответа на вопрос, но ответ не предоставил.	зачет
3	3	Текущий контроль	Коллоквиум 3	1	10	Студент должен письменно ответить на 2 вопроса из предлагаемого списка вопросов по разделу курса. Каждый ответ оценивается	зачет

						<p>по пятибалльной системе. Таким образом, максимальный балл-10. Критерии оценки -5 баллов. Приведены все определения, формулировки и доказательства теорем, а также примеры. Неточностей и ошибок нет.</p> <p>-4 балла. Приведены все определения, формулировки и доказательства теорем, а также примеры. Имеются неточности в определениях</p> <p>-3 балла. Приведены все определения, формулировки и доказательства теорем, а также примеры. Имеются неточности в определениях и ошибки в доказательствах</p> <p>-2 балла. Приведены не все определения, доказательства теорем отсутствуют . Имеются неточности в определениях .</p> <p>1 балл. Студент сделал попытку ответа на вопрос, но ответ не предоставил</p>	
4	3	Текущий контроль	Коллоквиум 4	1	10	<p>Студент должен письменно ответить на 2 вопроса из предлагаемого списка вопросов по разделу курса. Каждый ответ оценивается по пятибалльной системе. Таким образом, максимальный балл-10. Критерии оценки -5 баллов. Приведены все определения, формулировки и доказательства теорем, а также примеры. Неточностей и ошибок нет.</p> <p>-4 балла. Приведены все определения, формулировки и доказательства теорем, а также примеры. Имеются неточности в определениях</p> <p>-3 балла. Приведены все определения, формулировки и доказательства теорем, а также примеры. Имеются неточности в определениях и ошибки в доказательствах</p> <p>-2 балла. Приведены не все определения, доказательства теорем отсутствуют . Имеются неточности в определениях .</p> <p>1 балл. Студент сделал попытку ответа на вопрос, но ответ не предоставил</p>	зачет
5	3	Текущий контроль	Защита реферата статьи	1	18	<p>Критерии и шкалы оценки</p> <p>Название задания: Реферирование оригинальной научной статьи по теме курса</p> <p>Описание задания: Студент должен выбрать и отреферировать англоязычную статью , посвященную теории или приложениям квантовых вычислений. Студентам указан сайт для поиска статей.</p> <p>В задании необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изложить основные результаты статьи в форме реферата, оформив реферат согласно действующих правил. В тексте реферата студент должен высказать свое мнение о достоинствах и недостатках реферируемой работы. 2. Выступить с докладом (10-15 мин) на 	зачет

					<p>семинаре. Задание для проверки прикрепляется в соответствующем разделе Курса</p> <p>Критерии оценки задания</p> <p>1. Соответствие структуры и текста реферата действующим требованиям (максимальный балл-4) -Полностью соответствует – 4 балла. -Имеется не более трех отклонений – 2 балла. -Больше трех отклонений – 0 баллов</p> <p>2.Текст последовательно и глубоко раскрывает тему статьи (максимальный балл-5) -Тема реферата соответствует теме статьи , текст изложен технически грамотно – 5 балла. -Имеются расплывчатые формулировки – 4 балла. -Допущены отдельные неправильные формулировки –2 балла. -Тема не раскрыта – 0 баллов</p> <p>3. Качество доклада на семинаре (максимальный балл-9) -Студент полностью разобрался в материале, аргументировано отвечает на вопросы, может сформулировать и обосновать свое мнение о результатах реферируемой работы - 9 баллов - Студент разобрался в содержании работы, может сформулировать и обосновать свое мнение о результатах реферируемой работы, но отвечает не на все вопросы -7 баллов -Студент разобрался в содержании работы, но не может сформулировать и обосновать свое мнение о результатах реферируемой работы, отвечает мене чем на половину вопросов –4 балла -Студент не разобрался в содержании работы-0 баллов</p> <p>Итого, максимальный балл-18 (начисляется в случае полного выполнения задания в соответствии с приведенной шкалой оценок)</p>		
6	3	Промежуточная аттестация	Зачетный коллоквиум	-	10	<p>Студент должен письменно ответить на 2 вопроса из предлагаемого списка вопросов по курсу. На подготовку отводится 60 минут. Каждый</p>	зачет

					ответ оценивается по пятибалльной системе. Таким образом, максимальный балл-10. Критерии оценки -5 баллов. Приведены все определения, формулировки и доказательства теорем, а также примеры. Неточностей и ошибок нет. -4 балла. Приведены все определения, формулировки и доказательства теорем, а также примеры. Имеются неточности в определениях -3 балла. Приведены все определения, формулировки и доказательства теорем, а также примеры. Имеются неточности в определениях и ошибки в доказательствах -2 балла. Приведены не все определения, доказательства теорем отсутствуют . Имеются неточности в определениях . 1 балл. Студент сделал попытку ответа на вопрос, но ответ не предоставил		
7	3	Текущий контроль	Контрольная работа	1	5	Предлагается 1 задача по квантовым алгоритмам 5 баллов-ошибок нет 4 бала-есть незначительные ошибки 3 балла-есть существенные ошибки, но идея решения верная 2 балла-идея неверна 1 балл-решения нет	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	<p>При оценивании результатов учебной деятельности обучающегося по дисциплине используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (Положение о БРС утверждено приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179, в редакции приказа ректора от 10.03.2022 г. № 25-13/09). Процедура прохождения промежуточной аттестации осуществляется согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации (приказ ректора от 27.02.2024 № 33-13/09). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля следующим образом: • Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 %. • Незачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Если студент согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, то он может в день, предшествующий промежуточной аттестации дать свое согласие на автомат в личном кабинете. В случае явки студента на промежуточную аттестацию, давшего свое согласие на автомат в личном кабинете, студент имеет право пройти мероприятия текущего контроля по дисциплине на промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга в</p>	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	<p>день ее проведения. Снижение оценки в этом случае запрещено. Если студент не дал согласия в личном кабинете, то он может согласиться с оценкой лично на промежуточной аттестации в день ее проведения. Если студент не согласен с оценкой, то он имеет право пройти контрольно-рейтинговые мероприятия на промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга в день ее проведения. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день промежуточной аттестации на основе согласия студента, данного им в личном кабинете. При отсутствии согласия в журнале дисциплины фиксация результатов происходит при личном присутствии студента. Если студент не дал согласие в личном кабинете и не явился на промежуточную аттестацию – ему выставляется «неявка». Промежуточная аттестация проводится в форме коллоквиума. Студент получает 2 вопроса, на подготовку ответа дается 40 минут. В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	
--	--	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ						
		1	2	3	4	5	6	7
УК-1	Знает: основы квантовой механики	+	+					+
УК-1	Умеет: применять математический аппарат квантовой механики для решения прикладных задач	+	+					+
УК-1	Имеет практический опыт: решения простейших задач квантовой механики	+	+					+
ОПК-1	Знает: основы теории квантовых вычислений				+	+		+
ОПК-1	Умеет: строить схемы квантовых алгоритмов				+	+		+
ОПК-1	Имеет практический опыт: разработки простейших квантовых алгоритмов				+	+		+
ОПК-3	Знает: основы моделирования сложных систем						+	+
ОПК-3	Умеет: разрабатывать квантовые алгоритмы для моделирования сложных систем						+	+
ОПК-3	Имеет практический опыт: разработки конкретной модели сложной системы						+	+

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:

1. Фейнман, Р. Ф. Фейнмановские лекции по физике [Текст] Вып. 8-9 Квантовая механика учеб. пособие : в 9 вып. Р. Ф. Фейнман, Р. Б. Лейтон, М. Сэндс ; пер. с англ. Г. И. Копылова ; под ред. Я. А. Смородинского. - Изд. 8-е. - М.: URSS : ЛИБРОКОМ, 2014. - 523, [1] с. ил.

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

1. Успехи физических наук

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

- 1.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

- 1.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шень, А. Х. Классические и квантовые вычисления / Шень А. Х., Вялый М. Н. - Москва : Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. - Текст : электронный // URL : http://www.studmedlib.ru/book/intuit_120.html (дата обращения: 01.10.2021). https://e.lanbook.com/
2	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 (дата обращения: 01.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Чивилихин, С. А. Квантовая информатика : учебное пособие / С. А. Чивилихин. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2009. — 80 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/40805 (дата обращения: 15.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

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		Доска (маркер). Компьютерный класс
Лекции		Доска (маркер), компьютерный класс