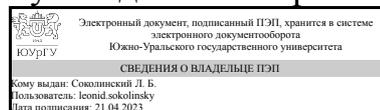


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



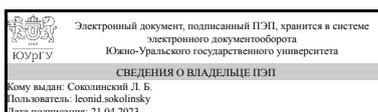
Л. Б. Соколинский

## 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

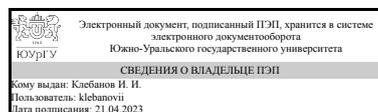
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению  
подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии,  
утверждённым приказом Минобрнауки от 23.08.2017 № 811

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.21 Системы управления предприятием, 1.О.19 Компьютерное зрение, 1.О.03 Криптография и защита информации, 1.О.17 Машинное обучение, 1.О.02 Методология научного познания, 1.О.09 Глубокие нейронные сети, 1.О.12 Разработка систем искусственного интеллекта на языке Python, 1.О.20 Интеллектуальный анализ данных, ФД.02 Методы искусственного интеллекта	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: технологии создания искусственных нейронных сетей с применением высокоуровневого языка программирования Python, математические основы и технологии создания и обучения искусственных нейронных сетей, методы оптимизации, регуляризации и нормализации параметров нейронной сети и процесса ее обучения, математическую модель нейрона, основы линейной алгебры, технологии создания искусственных нейронных сетей, методы оптимизации, регуляризации и нормализации параметров нейронной сети и процесса ее обучения</p> <p>Умеет: создавать и обучать глубокие и сверточные искусственные нейронные сети на Python, применять современные методы машинного обучения на основе нейронных сетей, создавать глубокие и сверточные искусственные нейронные сети с применением специализированных библиотек на разных вычислительных платформах (CPU/GPU/TPU), 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: анализа и оптимизации полученных решений на основе нейросетевого подхода, создавать глубокие и сверточные искусственные нейронные сети с применением специализированных библиотек на разных вычислительных платформах (CPU/GPU/TPU), формулирования и решения задач в области машинного обучения с использованием нейросетевого подхода</p>
1.О.12 Разработка систем искусственного интеллекта на языке Python	<p>Знает: анализа готовых информационных наборов данных, основные инструменты (программные библиотеки и язык программирования) для выполнения операций обработки и анализа данных, основные инструменты (программные библиотеки и язык программирования) для обработки и анализа данных</p> <p>Умеет: устанавливать программное обеспечение (среды разработок, программные библиотеки, соответствующий backend), просматривать версию и состав используемого программного обеспечения, задавать требуемый backend для решения поставленной задачи, применять специализированные библиотеки языка Python для сбора, обработки и анализа данных, подбирать наиболее подходящие</p>

	<p>инструменты для анализа имеющихся данных и выявления закономерностей Имеет практический опыт: установки и инсталляции программного обеспечения, используемого для решения задач в области сбора, обработки и анализа данных, применять специализированные библиотеки языка Python для сбора, обработки и анализа данных, анализа готовых информационных наборов данных</p>
<p>1.О.02 Методология научного познания</p>	<p>Знает: социальные сети для ученых, этапы проведения исследовательского эксперимента, технологии организации совместной работы, современные сервисы поиска и построения командной работы в коллаборации со специалистами смежных областей, особенности межкультурного взаимодействия ученых различных стран Умеет: осуществлять коммуникацию и коллаборацию при работе над проектами с зарубежными и отечественными учеными посредством специализированных сервисов, строить план эксперимента, выделять факторы, влияющие на оценку результатов эксперимента, создавать условия повторяемости результатов эксперимента, использовать современные средства и технологии осуществления совместных проектов, хранения данных, организации среды совместной работы, пользоваться сервисами организации совместных проектов, в том числе на сетевой основе, организовывать эффективное рабочее онлайн-пространство для совместных проектов с представителями различных культур Имеет практический опыт: общения и выполнения мини-проектов с учеными других стран посредством специализированных сервисов, построения интеллектуальных карт предметной области, создания общих документов различных типов, репозитория для хранения данных и программ, создания и руководства совместными проектами в специализированных сервисах с фиксацией затраченного рабочего времени, выполненных задач и доли работы каждого члена команды, владения навыками быстрой адаптации к изменяющимся условиям и нетиповым задачам при решении междисциплинарных задач с привлечением участников из различных стран</p>
<p>1.О.21 Системы управления предприятием</p>	<p>Знает: классификацию современных систем управления предприятием, задачи, решаемые с помощью систем управления предприятием, функциональные возможности систем класса ERP, среду разработки системы SAP ERP, методологию разработки, внедрения и эксплуатации систем управления предприятием Умеет: находить, формулировать и решать актуальные проблемы с помощью систем управления предприятием, применять</p>

	<p>полученные знания для решения задач профессиональной деятельности с помощью систем управления предприятием, применять методологию разработки, внедрения и эксплуатации систем управления предприятием</p> <p>Имеет практический опыт: решения актуальных проблем с помощью систем управления предприятием, решения задач профессиональной деятельности с помощью систем управления предприятием, управления проектами, связанными с разработкой, внедрением и эксплуатацией систем управления предприятием</p>
<p>ФД.02 Методы искусственного интеллекта</p>	<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>
<p>1.О.17 Машинное обучение</p>	<p>Знает: математические основы, принципы создания, обучения и валидации моделей машинного обучения, технологию создания моделей машинного обучения с помощью библиотек языка Python, методы оптимизации, регуляризации, нормализации и валидации моделей машинного обучения</p> <p>Умеет: математические основы, принципы создания, обучения и валидации моделей машинного обучения, создавать и обучать модели машинного обучения с помощью библиотек языка Python</p> <p>Имеет практический опыт: анализа и оптимизации полученных решений на основе машинного обучения, решения задач машинного обучения с помощью библиотек языка Python</p>
<p>1.О.19 Компьютерное зрение</p>	<p>Знает: основные методы и подходы для решения задач поиска, обработки и распознавания аудио-, видео- и графической информации, методы для анализа математических моделей алгоритмов машинного обучения, современные методы поиска аудио-, видео- и графической информации</p> <p>Умеет: применять методы для решения актуальных задач, связанных с применением алгоритмов машинного обучения в задачах поиска, обработки и распознавания аудио-, видео- и графической информации, реализовывать математические модели алгоритмов машинного обучения, обрабатывать и распознавать аудио-, видео- и графическую информацию методами машинного обучения</p>

	<p>Имеет практический опыт: развертывания полноценных систем для поиска, обработки и распознавания аудио-, видео- и графической информации, создания систем для поиска, обработки и распознавания аудио-, видео- и графической информации с использованием алгоритмов машинного обучения, применения современных алгоритмов поиска, обработки и распознавания аудио-, видео- и графической информации</p>
<p>1.О.20 Интеллектуальный анализ данных</p>	<p>Знает: 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), современные методы проектирования, разработки, отладки и тестирования приложений интеллектуального анализа данных Умеет: применять методы подготовки данных и оценки эффективности аналитических моделей для разработки приложений интеллектуального анализа данных, выполнять проектирование приложений интеллектуального анализа данных, применять современные инструментальные средства для разработки приложений интеллектуального анализа данных Имеет практический опыт: применения программных средств для подготовки данных и оценки эффективности моделей интеллектуального анализа данных, разработки приложений интеллектуального анализа данных, применения современного программного инструментария для разработки приложений интеллектуального анализа данных</p>
<p>1.О.03 Криптография и защита информации</p>	<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>

#### 4. Объём и виды учебной работы

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

## 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	зачет

						<p>также примеры. Неточностей и ошибок нет. -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>	
2	3	Текущий контроль	Коллоквиум 2	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</p> <p>-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
3	3	Текущий контроль	Коллоквиум 3	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</p> <p>-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

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. -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  Название задания: Реферирование оригинальной научной статьи по теме курса  Описание задания: Студент должен выбрать и отреферировать англоязычную статью ,посвященную теории или приложениям квантовых вычислений. Студентам указан сайт для поиска статей.  В задании необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>2. Выступить с докладом (10-15 мин) на семинаре.</li> </ol> <p>Задание для проверки прикрепляется в соответствующем разделе Курса</p> <p>Критерии оценки задания</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>2. Текст последовательно и глубоко раскрывает тему статьи (максимальный балл-5)</li> </ol>	зачет

					<p>-Тема реферата соответствует теме статьи , текст изложен технически грамотно – 5 балла.</p> <p>-Имеются расплывчатые формулировки – 4 балла.</p> <p>-Допущены отдельные неправильные формулировки –2 балла.</p> <p>-Тема не раскрыта – 0 баллов</p> <p>3. Качество доклада на семинаре (максимальный балл-9)</p> <p>-Студент полностью разобрался в материале, аргументировано отвечает на вопросы, может сформулировать и обосновать свое мнение о результатах реферируемой работы - 9 баллов</p> <p>- Студент разобрался в содержании работы, может сформулировать и обосновать свое мнение о результатах реферируемой работы, но отвечает не на все вопросы -7 баллов</p> <p>-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</p> <p>-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.</p> <p>На подготовку отводится 60 минут. Каждый ответ оценивается по пятибалльной системе. Таким образом, максимальный балл-10.</p> <p>Критерии оценки</p> <p>-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</p>	зачет

						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). Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 %. Незачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в виде письменного ответа на 2 вопроса. На подготовку выделяется 60 минут. В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день зачета при личном присутствии студента..</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
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 : <a href="http://www.studmedlib.ru/book/intuit_120.html">http://www.studmedlib.ru/book/intuit_120.html</a> (дата обращения: 01.10.2021). <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
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: <a href="https://e.lanbook.com/book/2176">https://e.lanbook.com/book/2176</a> (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: <a href="https://e.lanbook.com/book/40805">https://e.lanbook.com/book/40805</a> (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
Лекции		Доска ( маркер), компьютерный класс
Практические занятия и семинары		Доска (маркер). Компьютерный класс