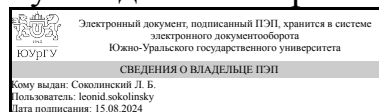


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



Л. Б. Соколинский

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.11.М2.03 Квантовые вычисления
для направления 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные
технологии

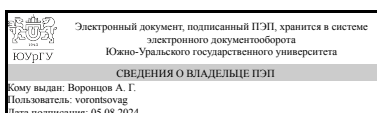
уровень Бакалавриат

форма обучения очная

кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем

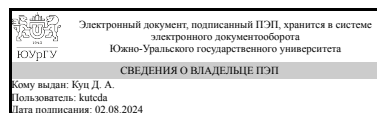
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению
подготовки 02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии,
утверждённым приказом Минобрнауки от 23.08.2017 № 808

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.11.М4.01 Технологии цифровизации и интернет вещей, 1.Ф.11.М8.01 Основы теории сигналов, 1.Ф.11.М7.01 Цифровые измерительные устройства, 1.О.08 Физика, 1.О.18 Правоведение, 1.Ф.11.М5.01 Функционально-стоимостной анализ и теория ошибок, 1.Ф.11.М6.02 Современные подходы к организации бизнеса, 1.Ф.11.М1.01 Анализ данных и технологии работы с данными, 1.Ф.11.М4.02 Анализ данных, моделирование и методы искусственного интеллекта, 1.Ф.11.М3.01 Основы стратегического менеджмента, 1.Ф.11.М6.01 Введение в технологическое предпринимательство, 1.Ф.11.М9.01 Современные экологические проблемы,	Не предусмотрены

<p>1.Ф.11.М1.02 Программирование для анализа данных, 1.О.04 Философия, 1.Ф.11.М8.02 Основы цифровой обработки сигналов, 1.Ф.11.М9.02 Современные методы решения проблем энерго- и ресурсосбережения, 1.Ф.11.М3.02 Основы предпринимательства, 1.Ф.11.М5.02 Инструментарий решения изобретательских задач, 1.Ф.11.М2.01 Основы квантовой механики, 1.О.19 Экология, 1.Ф.11.М2.02 Элементы квантовой оптики, 1.Ф.11.М7.02 Программное обеспечение измерительных процессов</p>	
--	--

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

Дисциплина	Требования
1.Ф.11.М7.02 Программное обеспечение измерительных процессов	<p>Знает: современные технологии сбора, обработки и передачи измерительной информации, в том числе сетевые; принципы разработки программного обеспечения для измерительных систем на основе микропроцессоров Умеет: использовать мировой опыт подходов к разработке встроенного программного обеспечения для измерительных систем; формировать новые знания в области принципов разработки программного обеспечения, разрабатывать встроенное программное обеспечение для измерения различных величин; обрабатывать полученные данные и передавать результаты на системы отображения или хранения информации Имеет практический опыт:</p>
1.Ф.11.М4.02 Анализ данных, моделирование и методы искусственного интеллекта	<p>Знает: виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач, связанных с использованием анализа данных и технологий искусственного интеллекта и основы разных методов решения, базирующихся на анализе данных Умеет: оценивать решение поставленных задач в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами контроля, при необходимости корректирует способы решения задач Имеет практический опыт: оценки различных методов анализа данных по реализации их для решения поставленных задач</p>
1.Ф.11.М2.02 Элементы квантовой оптики	<p>Знает: как управлять своим временем, чтобы освоить аппарат операторов рождения – уничтожения Умеет: решать задачи квантовой оптики, выстраивать траекторию саморазвития для освоения материала по квантовой оптике</p>

	Имеет практический опыт:
1.О.08 Физика	<p>Знает: структуру курса дисциплины, рекомендуемую литературу, фундаментальные разделы физики, методы и средства измерения физических величин, методы обработки экспериментальных данных Умеет: применять основные законы физики для успешного решения задач, направленных на саморазвитие обучающегося и подготовку к профессиональной деятельности, использовать знания фундаментальных основ, подходы и методы математики, физики в обучении и профессиональной деятельности, в интегрировании имеющихся знаний, наращивании накопленных знаний, применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач, работать с измерительными приборами, выполнять физический эксперимент, обрабатывать результаты измерений, строить графики и проводить графический анализ опытных данных, считать систематические и случайные ошибки прямых и косвенных измерений, приборные ошибки, применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач Имеет практический опыт: самостоятельного решения учебных и профессиональных задач с применением методов и подходов, развиваемых и используемых в физике, в том числе задач, которые требуют применения измерительной аппаратуры, навыками правильного представления и анализа полученных результатов, владения фундаментальными понятиями и основными законами классической и современной физики и методами их использования, методологией организации, планирования, проведения и обработки результатов экспериментов и экспериментальных исследований, навыками физического эксперимента и умения применять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей специальности, навыками проведения расчетов, как при решении задач, так и при научном эксперименте, навыками оформления отчетов по результатам исследований; навыками работы с измерительной аппаратурой, в том числе с цифровой измерительной техникой, навыками обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений, навыками анализа полученных результатов, как решения задач, так эксперимента и измерений</p>
1.Ф.11.М1.02 Программирование для анализа данных	<p>Знает: инструментальные средства и информационные технологии анализа данных, исходя из имеющихся ресурсов и ограничений Умеет: адаптировать известные программные</p>

	<p>средства анализа данных в свою профессиональную область, с учётом возникающих ограничений по времени и ресурсам Имеет практический опыт:</p>
<p>1.Ф.11.М3.01 Основы стратегического менеджмента</p>	<p>Знает: методы и принципы целеполагания, механизмы отбора оптимальных решений, правовые нормы в рамках профессиональной деятельности, методы постановки целей саморазвития и стратегического планирования саморазвития Умеет: выбирать оптимальные решения с учетом действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, выстраивать траекторию саморазвития с учетом существующих ограничений Имеет практический опыт: выбора оптимальных решений с учетом действующих ограничений и ресурсов на основе результатов стратегического анализа, постановки целей саморазвития</p>
<p>1.Ф.11.М8.02 Основы цифровой обработки сигналов</p>	<p>Знает: содержание процессов самоорганизации и самообразования при планировании занятий по самоподготовке при изучении теоретической части дисциплины и выполнения практических работ, математический аппарат описания сигналов и линейных систем Умеет: выстраивать траекторию саморазвития на основе принципов самообразования и использования современных информационных технологий, выполнять расчеты цифровых фильтров, синтезировать алгоритмы цифровой обработки сигналов Имеет практический опыт: использования индивидуальных программ общей и профессионально-прикладной подготовки в данной области направленности, применения современных систем автоматизированного проектирования для расчетов и моделирования устройств обработки сигналов</p>
<p>1.Ф.11.М4.01 Технологии цифровизации и интернет вещей</p>	<p>Знает: основные направления технологического развития и его влияние на человеческое общество; свойства и процессы взаимодействия человеческого и киберфизического социумов; информационные и лингвистические свойства сети "интернет"; трансформационные особенности влияния сети "интернет" в отношении понимания процессов окружающего мира и принятия решений; представления предметной области и ее модели в формате онтологии, свойства и особенности информационных представлений в аналоговой и цифровой формах; основные математические модели обработки информации; способы получения информации из окружающей среды, методы ее интеграции, обработки, анализа и реализации воздействий; способы и интерфейсы информационного обмена; структуру, базовые технологии и компоненты интернета вещей; стандарты интернета вещей Умеет: определять и</p>

	<p>анализировать группы требований и требования групп проектов интернета вещей; строить модели и этапы саморазвития в рамках модели целенаправленной деятельности, пользоваться основными приемами анализа и преобразований информации в различных формах и форматах; использовать формальные модели объектов и систем для описаний состояний и процессов различных предметных областей. Имеет практический опыт: применения онтологий как цифровой модели предметной области и формирования требований групп при реализации проектов интернета вещей, анализа и преобразований цифровых моделей физических и виртуальных объектов</p>
<p>1.Ф.11.М5.02 Инструментарий решения изобретательских задач</p>	<p>Знает: сущность инструментов теории решения изобретательских задач, позволяющих сокращать время при решении задач, основной инструментарий теории решения изобретательских задач. Умеет: подбирать необходимые инструменты теории решения изобретательских задач для решения задач в короткие сроки, выбирать необходимые для решения задач инструменты. Имеет практический опыт: использования инструментов теории решения изобретательских задач, сокращающих время решения задач (объединения альтернативных систем, «свертывания» систем), использования основных инструментов теории решения изобретательских задач (приемов разрешения противоречий)</p>
<p>1.Ф.11.М8.01 Основы теории сигналов</p>	<p>Знает: содержание процессов самоорганизации и самообразования при планировании занятий по самоподготовке при изучении теоретической части дисциплины и выполнения практических работ, основы математического представления простых и сложных сигналов, формируемых и обрабатываемых в современных радиоэлектронных устройствах; числовые характеристики и параметры сигналов и спектров, основные виды информационных сигналов, способы их описания. Умеет: выстраивать траекторию саморазвития на основе принципов самообразования и использования современных информационных технологий, выполнять моделирование процессов формирования и обработки информационных сигналов, оформлять полученные результаты. Имеет практический опыт: использования индивидуальных программ общей и профессионально-прикладной подготовки в данной области направленности, применения методов программирования (моделирования) для формирования, преобразования и анализа сигналов</p>
<p>1.Ф.11.М5.01 Функционально-стоимостной</p>	<p>Знает: основы тайм-менеджмента, основы</p>

анализ и теория ошибок	функционально-стоимостного анализа и теории ошибок Умеет: планировать свой временной режим работы, выявлять ансамбли неприятностей (нежелательных эффектов) в системах – ядра задач Имеет практический опыт: планирования и управления своим временем в ходе саморазвития, выявления неприятностей (нежелательных эффектов) в ходе функционально-стоимостного анализа
1.Ф.11.М2.01 Основы квантовой механики	Знает: основные положения квантовой механики Умеет: Имеет практический опыт: управления своим временем для получения дополнительных знаний по квантовой механике., решения задачи квантовой механики в матричном представлении
1.Ф.11.М6.01 Введение в технологическое предпринимательство	Знает: понятие и инструменты технологического предпринимательства, основные элементы инфраструктуры технологического предпринимательства и правовые нормы Умеет: генерировать технологические бизнес-идеи и ставить бизнес-цели, определять подходящие инструменты маркетинга для решения задач рыночного продвижения бизнес-идеи Имеет практический опыт: селекции технологических бизнес-идей по различным критериям в условиях ресурсных ограничений, а также валидации бизнес-идей
1.Ф.11.М7.01 Цифровые измерительные устройства	Знает: принципы построения цифровых измерительных устройств на основе современной элементной базы Умеет: анализировать метрологические характеристики цифровых измерительных каналов, анализировать и прогнозировать развитие измерительных устройств для цифровой индустрии Имеет практический опыт: проектирования цифровых измерительных устройств на современной элементной базе; программирования контроллеров для опроса цифровых сенсоров
1.О.04 Философия	Знает: специфику человеческой деятельности, антропологические основания познавательной, практической и оценочной деятельности, основные направления, проблемы, методы философии, содержание современных философских дискуссий по проблемам развития человека и общества, основные этические, социальные философские учения от античности до наших дней Умеет: критически оценивать новые знания и их роль в профессиональной деятельности и повседневной жизни, понимать и применять философские понятия для раскрытия своей жизненной позиции, аргументированно обосновывать свое согласие и несогласие с той или иной философской позицией, формировать и аргументированно отстаивать собственную позицию по проблемам этики, философской антропологии и социальной философии, в

	<p>дискуссии уважать иное мнение Имеет практический опыт: владения навыками критического осмысления теоретических проблем и поиска их практического решения, владения понятийным аппаратом философии, навыками аргументированного изложения собственной точки зрения, владения навыками дискуссии</p>
<p>1.О.18 Правоведение</p>	<p>Знает: основные нормативные правовые акты, методику толкования правовых норм , с учетом социально-исторического развития, основные отрасли системы законодательства Российской Федерации, основные закономерности взаимодействия человека и общества, международные нормы и нормативные правовые акты Российской Федерации, позволяющие выстраивать единый подход к изучаемым отношениям, понятия и принципы правового государства, понятия и признаки права, его структуру и действие, конституционные права и свободы человека и гражданина, основы конституционного строя России, основные нормы гражданского, экологического, трудового, административного и уголовного права, признаки коррупционного поведения и основные положения российского законодательства о противодействии коррупции Умеет: применять понятийно-категориальный аппарат, основные законы гуманитарных и социальных наук в профессиональной деятельности, ориентироваться в мировом историческом процессе, использовать правовые нормы в сфере профессиональной и общественной деятельности, оценивать значимость и релевантность данных, адекватность процедур, методов, теорий и методологий решаемым задачам, самостоятельно мыслить, вырабатывать и отстаивать свою позицию в дискуссии, аргументировать ее ссылками на нормативно-правовые акты, квалифицировать политические и правовые ситуации в России и мире, объяснять наиболее важные изменения, происходящие в российском обществе, государстве и праве, использовать предоставленные Конституцией права и свободы, определять необходимые к применению нормы российского законодательства, направленные на профилактику коррупции и пресечение коррупционного поведения Имеет практический опыт: владения навыком анализировать процессы и явления, происходящие в обществе, ориентироваться в системе законодательства и нормативных правовых актов, регламентирующих сферу профессиональной деятельности, владения навыками ставить перед собой правовые задачи, находить пути их</p>

	<p>решения, владения навыками опоры на нормативно-правовые акты при решении жизненно важных проблем, владения навыком оценивать государственно-правовые явления общественной жизни, понимать их назначение, анализировать текущее законодательство, применения нормативных правовых актов при разрешении конкретных ситуаций, использования и соблюдения основополагающих правовых норм, формирующих нетерпимое отношение к коррупции</p>
<p>1.Ф.11.М1.01 Анализ данных и технологии работы с данными</p>	<p>Знает: способы сбора, обработки и анализа данных для решения своих профессиональных задач с учётом имеющихся ресурсов и правовых норм Умеет: применять математические методы обработки данных для выбора и реализации оптимального способа решения профессиональных задач Имеет практический опыт:</p>
<p>1.Ф.11.М6.02 Современные подходы к организации бизнеса</p>	<p>Знает: особенности принятия и реализации организационных, в том числе управленческих решений; теоретико-методологические основы саморазвития, самореализации, использования творческого потенциала собственной деятельности. Умеет: определять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки; разрабатывать, контролировать, оценивать и исследовать компоненты профессиональной деятельности; планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач Имеет практический опыт: определения эффективного направления действий в области профессиональной деятельности; принятия решений на уровне собственной профессиональной деятельности; планирования собственной профессиональной деятельности.</p>
<p>1.О.19 Экология</p>	<p>Знает: о действующих правовых нормах, имеющихся ресурсах и ограничениях их применения, о безопасных условиях жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций Умеет: определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций Имеет практический опыт: определения круга задач в рамках поставленной цели и выбора оптимальных способов их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, создания и поддержания безопасных условий жизнедеятельности, в том числе при</p>

	возникновении чрезвычайных ситуаций
1.Ф.11.М9.01 Современные экологические проблемы	Знает: круг задач цифровизации в современных экологических проблемах Умеет: выбирать оптимальные цифровые решения экологических задач Имеет практический опыт: поиска информации по современным экологическим проблемам
1.Ф.11.М3.02 Основы предпринимательства	Знает: основные виды предпринимательской деятельности, нормы лицензирования деятельности предприятия, основные приемы эффективного управления собственным временем; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни Умеет: использовать источники экономической информации для разработки бизнес-плана инвестиционного проекта, осуществлять сбор информации для выполнения анализа внутренней и внешней среды предприятия; интерпретировать значения финансовых показателей для выработки стратегии развития, эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения Имеет практический опыт: выбора наиболее эффективной предпринимательской идеи на основе результатов стратегического анализа объекта, выполнения технико-экономического обоснования идеи проекта, управления собственным временем; применения методик саморазвития и самообразования в течение всей жизни
1.Ф.11.М9.02 Современные методы решения проблем энерго- и ресурсосбережения	Знает: подходы к реализации траектории саморазвития при решении проблем энерго- и ресурсосбережения Умеет: применять ИТ-навыки для решения проблем энерго- и ресурсосбережения Имеет практический опыт: работы в расчётных экологических программах

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 72,5 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
Самостоятельная работа (СРС)	71,5	71,5
Подготовка к контрольным работам.	31,5	31,5
Подготовка к мини-контрольным	10	10
Подготовка к экзамену	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	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,	2

		обобщенные квантовые операции.	
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	31,5
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
Подготовка к экзамену	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 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	30

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	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 балл; иначе - 0 баллов).	дифференцированный зачет
6	5	Текущий контроль	Мини-контрольная работа 3	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
7	5	Текущий контроль	Мини-контрольная работа 4	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
8	5	Проме-жуточная аттестация	Зачет	-	8	Билет содержит 8 задач. Правильное решение задачи оценивается в 1 балл (есть	дифференцированный зачет

						подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; нет подробного решения или нет правильного ответа - 0 баллов).	
--	--	--	--	--	--	--	--

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	5	6	7	8
УК-2	Знает: действие основных квантовых гейтов	+	+	+	+	+	+	+	+
УК-2	Имеет практический опыт: решения задач по теме квантовых 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 система издательства Лань	Прилипко, В. К. Физические основы квантовых вычислений. Динамика кубита : монография / В. К. 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)

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 (1б)	Персональный компьютер, проектор.
Самостоятельная работа студента	127 (3б)	Компьютер, моноблоки, подключенные к сети Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, проектор, экран.

Лекции	608 (16)	Персональный компьютер, проектор.
Экзамен	608 (16)	Персональный компьютер, проектор.