

# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления

	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Новиков В. В. Пользователь: novikovvv Дата подписания: 10.10.2025	

В. В. Новиков

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.20.М2.03 Квантовые вычисления  
для направления 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 930

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

	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Воронцов А. Г. Пользователь: vorontsovag Дата подписания: 10.10.2025	

А. Г. Воронцов

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

	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Кущ Д. А. Пользователь: kudeda Дата подписания: 08.10.2025	

Д. А. Кущ

Челябинск

## **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 Умеет: решать задачи по теме квантовых вычислений Имеет практический опыт: реализации траектории саморазвития для освоения материала по квантовым вычислениям
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	Знает: действие основных квантовых гейтов Умеет: решать задачи по теме квантовых вычислений 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.20.М4.02 Управление технологическим стартапом, 1.Ф.20.М9.02 Анализ данных, моделирование и методы искусственного интеллекта, 1.Ф.20.М13.02 Современные методы решения проблем энерго- и ресурсосбережения, 1.Ф.20.М3.01 Управление коммуникациями, 1.Ф.20.М2.02 Элементы квантовой оптики, 1.Ф.20.М7.02 Платформы IoT-устройств и умных систем, 1.Ф.19.01 Адаптивная физическая культура и спорт, 1.Ф.20.М11.02 Современные подходы к организации бизнеса, 1.Ф.20.М8.01 Практическая грамматика русского языка как иностранного, 1.Ф.20.М6.01 Основы программирования на языке Python,	1.О.00 Физическая культура, 1.О.14 Экология

<p>1.Ф.20.М5.02 Основы предпринимательства,</p> <p>1.Ф.20.М1.01 Анализ данных и технологии работы с данными,</p> <p>1.Ф.20.М1.02 Программирование для анализа данных,</p> <p>1.Ф.20.М13.01 Современные экологические проблемы,</p> <p>1.Ф.20.М12.01 Цифровые измерительные устройства,</p> <p>1.Ф.19.00 Физическая культура и спорт,</p> <p>1.Ф.20.М3.02 Самоменеджмент в профессиональной деятельности,</p> <p>1.Ф.20.М12.02 Программное обеспечение измерительных процессов,</p> <p>1.Ф.20.М9.01 Технологии цифровизации и интернет вещей,</p> <p>1.Ф.20.М4.01 Генерация и валидация идей технологического стартапа,</p> <p>1.Ф.20.М10.02 Инструментарий решения изобретательских задач,</p> <p>1.Ф.20.М2.01 Основы квантовой механики,</p> <p>1.Ф.20.М5.01 Основы стратегического менеджмента,</p> <p>1.Ф.20.М7.01 Основы создания умных устройств,</p> <p>1.Ф.20.М6.02 Введение в искусственный интеллект,</p> <p>1.Ф.20.М10.01 Функционально-стоимостной анализ и теория ошибок,</p> <p>1.О.13 Языки процедурного программирования,</p> <p>1.Ф.20.М8.02 Культура речевого общения на русском языке как иностранном</p>	
---	--

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

Дисциплина	Требования
1.О.13 Языки процедурного программирования	Знает: содержание процессов самоорганизации и самообразования при планировании занятий по самоподготовке при изучении теоретической части дисциплины и выполнения практических работ Умеет: выстраивать траекторию саморазвития на основе принципов самообразования и использования современных информационных технологий Имеет практический опыт: использования индивидуальных программ общей и профессионально-прикладной подготовки в данной области направленности
1.Ф.20.М2.02 Элементы квантовой оптики	Знает: как управлять своим временем, чтобы освоить аппарат операторов рождения – уничтожения, как управлять своим временем, чтобы освоить аппарат операторов рождения – уничтожения Умеет: выстраивать траекторию саморазвития для освоения материала по

	квантовой оптике, выстраивать траекторию саморазвития для освоения материала по квантовой оптике Имеет практический опыт: решения задачи квантовой оптики, составления траектории саморазвития для освоения материала по квантовой оптике
1.Ф.20.М12.02 Программное обеспечение измерительных процессов	Знает: современные технологии сбора, обработки и передачи измерительной информации, в том числе сетевые; принципы разработки программного обеспечения для измерительных систем на основе микропроцессоров, современные технологии сбора, обработки и передачи измерительной информации, в том числе сетевые; принципы разработки программного обеспечения для измерительных систем на основе микропроцессоров Умеет: разрабатывать встроенное программное обеспечение для измерения различных величин; обрабатывать полученные данные и передавать результаты на системы отображения или хранения информации, использовать мировой опыт подходов к разработке встроенного программного обеспечения для измерительных систем; формировать новые знания в области принципов разработки программного обеспечения Имеет практический опыт: разработки встроенного программного обеспечения, разработки встроенного программное обеспечение для измерения различных величин
1.Ф.20.М1.02 Программирование для анализа данных	Знает: программные средства анализа данных, инструментальные средства и информационные технологии анализа данных исходя из имеющихся ресурсов и ограничений Умеет: адаптировать известные программные средства анализа данных в свою профессиональную область, с учётом возникающих ограничений по времени и ресурсам, адаптировать известные программные средства анализа данных в свою профессиональную область, с учётом возникающих ограничений по времени и ресурсам Имеет практический опыт: адаптации программных средств анализа данных, адаптирования программных средств анализа данных в свою профессиональную область, с учётом возникающих ограничений по времени и ресурсам
1.Ф.20.М6.02 Введение в искусственный интеллект	Знает: классы задач, которые могут быть решены с помощью методов искусственного интеллекта, принципы совместной работы над проектами, инструменты для управления проектами и организации командной работы (Trello, Git) Умеет: выбирать архитектуру нейронной сети для решения поставленной задачи, планировать этапы разработки проектов, совмещать изучение

	новых технологий с выполнением задач Имеет практический опыт: обучения искусственной нейронной сети , реализации проектов
1.Ф.20.М3.01 Управление коммуникациями	Знает: виды ресурсов и ограничений, основные методы оценки разных способов решения профессиональных задач,исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений; специфику, разновидности, инструменты и возможности современных коммуникативных технологий для академического и профессионального взаимодействия Умеет: устанавливать коммуникации, обеспечивающие успешную работу в проектах Имеет практический опыт: владения методиками разработки цели и задач проекта на основе эффективных коммуникаций; разработки коммуникационной сети для реализации своей роли и взаимодействия внутри команды
1.Ф.20.М10.02 Инструментарий решения изобретательских задач	Знает: основной инструментарий ТРИЗ, виды ресурсов и ограничений, основные методы оценки разных способов решения профессиональных задач, исходя из действующих норм, имеющихся ресурсов и ограничений Умеет: выбирать необходимые для решения задач инструменты, проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, необходимые для ее достижения, анализировать альтернативные варианты Имеет практический опыт: использования основных инструментов ТРИЗ (приемов разрешения противоречий), владеть методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах, продолжительности и стоимости проекта
1.Ф.20.М13.01 Современные экологические проблемы	Знает: круг задач цифровизации в современных экологических проблемах, круг задач цифровизации в современных экологических проблемах Умеет: выбирать оптимальные решения экологических задач, выбирать оптимальные цифровые решения экологических задач Имеет практический опыт: поиска и информации по современным экологическим проблемам, поиска и информации по современным экологическим проблемам
1.Ф.20.М8.02 Культура речевого общения на русском языке как иностранном	Знает: стратегии определения целей и задач на русском языке в соответствии с требованиями культуры речевого общения на русском языке, приемы планирования и выстраивания траектории профессионального развития (совершенствования навыков культуры речи на русском языке как иностранном) Умеет: аргументировать выбор поставленной цели проекта и оптимальность способов решения выбранных задач, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и

	ограничений, планировать и выстраивать траекторию своего профессионального развития (совершенствования навыков культуры речи на русском языке как иностранном) на основе навыков самоконтроля Имеет практический опыт: аргументирования выбора поставленной цели проекта и оптимальности способов решения выбранных задач, планирования траектории развития и совершенствования своих навыков культуры речи на русском языке как иностранном
1.Ф.20.М8.01 Практическая грамматика русского языка как иностранного	Знает: способы формулировки цели и задач на русском языке в соответствии с грамматическими нормами русского языка, приемы планирования и выстраивания траектории профессионального развития (совершенствования грамматических навыков на русском языке как иностранном) Умеет: формулировать цели и задач на русском языке в соответствии с грамматическими нормами русского языка, а также исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, планировать и выстраивать траекторию своего профессионального развития (совершенствования грамматических навыков на русском языке как иностранном) на основе навыков самоконтроля Имеет практический опыт: формулирования целей и задач на русском языке в соответствии с грамматическими нормами русского языка, планирования траектории развития и совершенствования своих грамматических навыков на русском языке как иностранном
1.Ф.20.М5.01 Основы стратегического менеджмента	Знает: методы и принципы целеполагания, механизмы отбора оптимальных решений, правовые нормы в рамках профессиональной деятельности, методы постановки целей саморазвития и стратегического планирования саморазвития, методы постановки целей саморазвития и стратегического планирования саморазвития Умеет: выстраивать траекторию саморазвития с учетом существующих ограничений, выполнять моделирования процессов формирования и обработки информационных сигналов, оформлять полученные результаты, выстраивать траекторию саморазвития с учетом существующих ограничений Имеет практический опыт: постановки целей саморазвития, применения методов программирования (моделирования) для формирования, преобразования и анализа сигналов, постановки целей саморазвития
1.Ф.20.М7.01 Основы создания умных устройств	Знает: определение проекта; классификацию проектов; основные группы процессов, процессы и области знаний (функциональные области) управления проектами; основные виды и

	<p>процедуры контроля выполнения проекта; инструменты и методы управления внешними коммуникациями проекта; основные организации и профессиональные сообщества управления проектами; законодательно-правовые нормы и стандарт в области управления проектами, методы планирования этапов разработки, принципы распределения времени при работе над проектами Умеет: ставить цели и формулировать задачи, связанные с управлением проектами и реализацией профессиональных функций; составлять сетевые и календарные графики работ проекта и оценивать их параметры в условиях имеющихся ресурсных ограничений; организовывать командное взаимодействие для решения управленческих задач, составлять планы выполнения задач, адаптировать предложенные материалы для самостоятельного изучения новых технологий Имеет практический опыт: реализации основных управленческих функций применительно к проекту; применения современного инструментария управления содержанием, продолжительностью, качеством, стоимостью и рисками проекта, реализации проектов в соответствии с заданными сроками, поиска ошибок и корректировки траектории обучения на основе обратной связи</p>
1.Ф.20.М7.02 Платформы IoT-устройств и умных систем	<p>Знает: принципы совместной работы над проектами, инструменты для управления проектами и организации командной работы (Trello, Git), архитектуру IoT-систем, протоколы передачи данных (MQTT, HTTP), назначение и ограничения облачных платформ интернета вещей Умеет: планировать этапы разработки IoT-проектов, совмещать изучение новых технологий с выполнением задач, выбирать подходящие программно-аппаратные платформы и протоколы для реализации умных устройств, решения задач организации «умного» дома, анализировать ресурсные ограничения Имеет практический опыт: реализации проектов с удаленным управлением, самоорганизации при освоении облачных сервисов и локальных систем, интеграции устройств в сетевые системы, оптимизации решений и проведения оценки рисков информационной безопасности</p>
1.Ф.20.М9.01 Технологии цифровизации и интернет вещей	<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</p>

	<p>предметной об-ласти и ее модели в формате онтологии, свойства и особенности информационных представлений в аналоговой и цифровой формах; основные математический 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 интерне-та вещей; стандарты интернета вещей Умеет: определять и 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>
1.Ф.20.М9.02 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.20.М12.01 Цифровые измерительные устройства	<p>Знает: принципы построения цифровых измерительных устройств на основе современной элементной базы, 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, проектирования цифровых измерительных устройств на современной элементной базе; программирования контроллеров для опроса цифровых сенсоров</p>

1.Ф.20.М6.01 Основы программирования на языке Python	Знает: основы языка Python, области применения языка Python Умеет: применять язык программирования Python для решения поставленных задач, выбирать структуры данных языка Python для решения поставленных задач Имеет практический опыт: написания программы на языке Python, использования структур данных языка Python
1.Ф.20.М10.01 Функционально-стоимостной анализ и теория ошибок	Знает: основы тайм-менеджмента, основы функционально-стоимостного анализа (ФСА) 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 ФСА
1.Ф.20.М4.02 Управление технологическим стартапом	Знает: понятие затрат/себестоимости продукта, методы учета затрат, анализ затрат, обзор метрик успеха – показателей оценки достижения целей/результатов технологического стартапа, отражение специфики технологий в затратах и показателях достижения целей. Основы управления командой стартапа, проектного управления Умеет: осуществить расчет затрат продуктов стартапа, выбранного в предыдущем семестре; выбрать адекватные специфике стартапа метрики для оценки его успеха/неудач Имеет практический опыт: расчета показателей юнит-экономики; распределения ролей в команде при работе над стартап-проектом, разработки дорожной карты проекта
1.Ф.20.М5.02 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.20.М13.02 Современные методы решения проблем энерго- и ресурсосбережения	Знает: подходы к реализации траектории саморазвития при решении проблем энерго- и ресурсосбережения, подходы к реализации траектории саморазвития при решении проблем энерго- и ресурсосбережения Умеет: применять IT-навыки для решения проблем энерго- и ресурсосбережения, применять IT-навыки для решения проблем энерго- и ресурсосбережения Имеет практический опыт: работы в расчётных экологических программах, работы в расчётных экологических программах
1.Ф.19.01 Адаптивная физическая культура и спорт	Знает: средства и методы адаптивной физической культуры , организационно-методические основы адаптивной физической культуры Умеет: использовать средства и методы адаптивной физической культуры для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа и стиля жизни , устанавливать приоритеты и планировать на их основе занятия адаптивной физической культурой в целях сохранения и укрепления здоровья Имеет практический опыт: применения средств и методов адаптивной физической культуры для укрепления индивидуального здоровья, физического самосовершенствования, чтобы обеспечить успешную полноценную социальную и профессиональную деятельность, физического саморазвития на основе занятий адаптивной физической культурой
1.Ф.20.М1.01 Анализ данных и технологии работы с данными	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: применения математических методов обработки данных для выбора и реализации оптимального способа решения профессиональных задач
1.Ф.19.00 Физическая культура и спорт	Знает: научно-практические основы физической культуры и здорового образа жизни, организационно-методические основы физической культуры и спорта Умеет: выбирать средства и методы физического воспитания для профессионально-личностного развития, физического самосовершенствования, формирования здорового образа жизни, устанавливать приоритеты и планировать на их основе занятия физической культурой в целях повышение физической и умственной работоспособности, адаптации к внешним факторам Имеет практический опыт: использования адекватных средств и методов физического воспитания с целью укрепления

	индивидуального здоровья, физического самосовершенствования для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности, нормирования и контроля оздоровительно-тренировочных нагрузок в программе формирования своего здорового образа жизни
1.Ф.20.М2.01 Основы квантовой механики	Знает: действие основных квантовых гейтов, основные положения квантовой механики Умеет: применять основные квантовые гейты, управлять своим временем для получения дополнительных знаний по квантовой механике Имеет практический опыт: применения основных квантовых гейтов, управления своим временем для получения дополнительных знаний по квантовой механике
1.Ф.20.М4.01 Генерация и валидация идей технологического стартапа	Знает: понятие и инструменты технологического бизнеса; процесс планирования, проектирования и разработки технологий эффективного производства продуктов технологического предпринимательства; основы дизайн-мышления и методы генерирования идей Умеет: генерировать технологические бизнес-идеи и проводить их маркетинговую валидацию, разрабатывать план процесса customer development; 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, валидации бизнес-идей, проведения маркетинговых исследований
1.Ф.20.М3.02 Самоменеджмент в профессиональной деятельности	Знает: основные приемы эффективного управления собственным временем; основы построения карьеры; критерии оценки уровня организации своей трудовой деятельности и пути её рационализации; основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни Умеет: эффективно планировать и контролировать собственное время; разрабатывать траекторию своего профессионального и карьерного развития Имеет практический опыт: владеть технологиями приобретения, использования и обновления социокультурных и профессиональных знаний, умений и навыков; планирования личностного и профессионального развития; владеть методиками саморазвития и самообразования в течение всей жизни
1.Ф.20.М11.02 Современные подходы к организации бизнеса	Знает: основные виды ресурсов, необходимых для организации стартапа, основы юнит экономики, методы расчета себестоимости и метрики, позволяющие оценить результаты реализации стартап-проекта. Особенности принятия и реализации организационных, в том числе, управленических решений; основные

	правила и нормы работы в команде Умеет: рассчитывать текущие затраты, связанные с стартап-проектом, выбирать адекватные специфике проекта метрики для оценки степени его успеха/неудач. Планировать работу над стартап-проектом, распределять роли в команде, Имеет практический опыт: расчета затрат и метрик оценки результатов стартапа, работы в команде,
--	---

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость 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	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	71,5	71,5	
Подготовка к мини-контрольным	10	10	
Подготовка к контрольным работам.	31,5	31,5	
Подготовка к зачету	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, 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 мини-контрольным	Хренников, А. Ю. Введение в квантовую теорию информации : учебник — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 284 с. Главы: гл.	5	10

		3, стр. 59-85, гл. 4, стр. 86-107, гл. 5, стр.108-131. <a href="https://e.lanbook.com/book/2176">https://e.lanbook.com/book/2176</a> .		
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. <a href="https://e.lanbook.com/book/111888">https://e.lanbook.com/book/111888</a>	5	31,5
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. <a href="https://e.lanbook.com/book/111888">https://e.lanbook.com/book/111888</a> 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. <a href="https://e.lanbook.com/book/2176">https://e.lanbook.com/book/2176</a> .	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-мestr	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	Промежуточная аттестация	Зачет	-	8	Билет содержит 8 задач. Правильное решение задачи оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; нет подробного решения или нет правильного ответа - 0 баллов).	дифференцированный зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
дифференцированный зачет	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 результате складывается совокупный рейтинг студента, который дифференцируется в оценку и проставляется в ведомость, зачетную книжку студента. Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100 % Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84 % Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 % Неудовлетворительно: Величина рейтинга	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	обучающегося по дисциплине 0...59 %. Оценка по дисциплине вносится в «Приложение к диплому бакалавра».	
--	--	--

### 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	Умеет: решать задачи по теме квантовых вычислений	+							
УК-2	Имеет практический опыт: реализации траектории саморазвития для освоения материала по квантовым вычислениям	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
УК-6	Знает: действие основных квантовых гейтов	+							
УК-6	Умеет: решать задачи 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 Znanius.com	Перри Р., Элементарное введение в квантовые вычисления : учебное пособие / Р. Перри — Издательство: Интеллект, 2018. — 208 с. — ISBN 978-5-91559-249-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система Znanius.com — URL: <a href="https://znanius.ru/catalog/document?id=339933">https://znanius.ru/catalog/document?id=339933</a> (дата обращения: 10.03.2022). — 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 ВИНИТИ 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.
Лекции	608 (16)	Персональный компьютер, проектор.
Зачет	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.