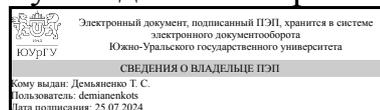


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



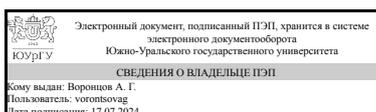
Т. С. Демьяненко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.02.М2.03 Квантовые вычисления
для направления 01.03.04 Прикладная математика
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем

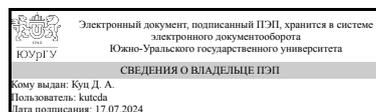
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 11

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: основные положения квантовой механики Имеет практический опыт: решения задачи квантовой механики в матричном представлении |
| 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.02.М3.01 Основы стратегического менеджмента, 1.Ф.02.М3.02 Основы предпринимательства, 1.Ф.02.М2.01 Основы квантовой механики, 1.Ф.02.М9.01 Современные экологические проблемы, 1.Ф.02.М6.01 Введение в технологическое предпринимательство, 1.Ф.02.М2.02 Элементы квантовой оптики, 1.Ф.02.М1.02 Программирование для анализа данных, 1.О.29 Языки программирования, 1.Ф.02.М1.01 Анализ данных и технологии работы с данными, 1.Ф.02.М5.02 Инструментарий решения изобретательских задач, 1.Ф.02.М7.02 Программное обеспечение измерительных процессов, 1.О.30 Объектно-ориентированное программирование, 1.Ф.02.М7.01 Цифровые измерительные | Производственная практика (проектно-технологическая) (6 семестр) |

| | |
|--|--|
| <p>устройства, 1.Ф.02.М9.02 Современные методы решения проблем энерго- и ресурсосбережения, 1.Ф.02.М6.02 Современные подходы к организации бизнеса, 1.Ф.02.М8.01 Основы теории сигналов, 1.Ф.02.М5.01 Функционально-стоимостной анализ и теория ошибок, ФД.02 Психология, 1.Ф.02.М4.02 Анализ данных, моделирование и методы искусственного интеллекта, 1.Ф.02.М4.01 Технологии цифровизации и интернет вещей, 1.О.17 Дифференциальные уравнения, 1.О.34 Практикум по объектно-ориентированному программированию, 1.Ф.02.М8.02 Основы цифровой обработки сигналов, Учебная практика (проектно-технологическая) (4 семестр), Учебная практика (ознакомительная) (3 семестр)</p> | |
|--|--|

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

| Дисциплина | Требования |
|---|---|
| 1.Ф.02.М8.02 Основы цифровой обработки сигналов | <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: управлять своим временем и выстраивать траекторию саморазвития на основе принципов 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 САПР для расчетов и моделирования устройств обработки сигналов</p> |
| 1.Ф.02.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 Имеет практический опыт:</p> |
| 1.Ф.02.М5.01 Функционально-стоимостной анализ и теория ошибок | <p>Знает: основы тайм-менеджмента, основы функционально-стоимостного анализа (ФСА) и теории ошибок Умеет: планировать свой временной режим работы, выявлять ансамбли неприятностей (нежелательных эффектов) в</p> |

| | |
|--|---|
| | системах – ядра задач Имеет практический опыт: планирования и управления своим временем в ходе саморазвития, выявления неприятностей (нежелательных эффектов) в ходе ФСА |
| 1.О.34 Практикум по объектно-ориентированному программированию | Знает: инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач Умеет: разрабатывать приложения в объектно-ориентированном стиле, формулировать цели личностного и профессионального развития и определять условия их достижения Имеет практический опыт: реализации и анализа проектов в объектно-ориентированном стиле, планирования самостоятельной работы и собственной деятельности |
| 1.О.30 Объектно-ориентированное программирование | Знает: инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, основные понятия и структура объектно-ориентированного программирования Умеет: формулировать цели личностного и профессионального развития и определять условия их достижения, разрабатывать приложения в объектно-ориентированном стиле Имеет практический опыт: планирования самостоятельной работы и собственной деятельности, реализации и анализа проектов в объектно-ориентированном стиле |
| 1.Ф.02.М2.01 Основы квантовой механики | Знает: основные положения квантовой механики Умеет: Имеет практический опыт: решения задачи квантовой механики в матричном представлении, управления своим временем для получения дополнительных знаний по квантовой механике |
| 1.О.17 Дифференциальные уравнения | Знает: инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, основные понятия и методы дифференциальных уравнений и уравнений математической физики Умеет: формулировать цели личностного и профессионального развития и определять условия их достижения, применять и обосновывать выбранные методы дифференциальных уравнений и уравнений математической физики Имеет практический опыт: планирования самостоятельной работы и собственной деятельности, использование методов дифференциальных уравнений и уравнений математической физики |
| 1.Ф.02.М3.01 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 Умеет: выбирать оптимальные решения с учетом действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений, выстраивать траекторию саморазвития с учетом |

| | |
|---|--|
| | <p>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.02.М5.02 Инструментарий решения изобретательских задач</p> | <p>Знает: сущность инструментов решения изобретательских задач, позволяющих сокращать время при решении задач, основной инструментарий решения изобретательских задач Умеет: подбирать необходимые инструменты решения изобретательских задач для достижения цели в короткие сроки, выбирать необходимые для решения задач инструменты Имеет практический опыт: использования инструментов решения изобретательских задач, сокращающих время решения задач (объединения альтернативных систем, «свертывания» систем), использования основных инструментов решения изобретательских задач (приемов разрешения противоречий)</p> |
| <p>1.Ф.02.М3.02 Основы предпринимательства</p> | <p>Знает: - основные приемы эффективного управления собственным временем; - основные методики самоконтроля, саморазвития и самообразования на протяжении всей жизни, основные виды предпринимательской деятельности, нормы лицензирования деятельности предприятия Умеет: - эффективно планировать и контролировать собственное время; - использовать методы саморегуляции, саморазвития и самообучения, - 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 Имеет практический опыт: - управления собственным временем; - применения методик саморазвития и самообразования в течение всей жизни, - выбора наиболее эффективной предпринимательской идеи на основе результатов стратегического анализа объекта, - выполнения технико-экономического обоснования идеи проекта</p> |
| <p>1.Ф.02.М4.02 Анализ данных, моделирование и методы искусственного интеллекта</p> | <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</p> |

| | |
|---|---|
| | поставленных задач |
| 1.Ф.02.М1.02 Программирование для анализа данных | Знает: 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 Имеет практический опыт: |
| 1.Ф.02.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 |
| ФД.02 Психология | Знает: способы построения отношения с окружающими людьми, с коллегами, инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач Умеет: строить отношения с окружающими людьми, с коллегами, формулировать цели личностного и профессионального развития и определять условия их достижения Имеет практический опыт: планирования самостоятельной работы и собственной деятельности |
| 1.Ф.02.М6.02 Современные подходы к организации бизнеса | 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 |
| 1.Ф.02.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.02.М9.01 Современные экологические проблемы | Знает: круг задач цифровизации в современных экологических проблемах Умеет: выбирать оптимальные цифровые решения экологических задач Имеет практический опыт: поиска и информации по современным экологическим проблемам |
| 1.Ф.02.М9.02 Современные методы решения проблем энерго- и ресурсосбережения | Знает: подходы к реализации траектории саморазвития при решении проблем энерго- и ресурсосбережения Умеет: применять IT-навыки для решения проблем энерго- и ресурсосбережения Имеет практический опыт: работы в расчётных экологических программах |
| 1.Ф.02.М4.01 Технологии цифровизации и интернет вещей | Знает: 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 интернета вещей; стандарты интернета вещей, 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 Умеет: 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, определять и анализировать группы требований и требования групп проектов интернета вещей; строить модели и этапы саморазвития в рамках модели целенаправленной деятельности Имеет практический опыт: анализа и преобразований цифровых моделей физических и виртуальных объектов, применения онтологий как цифровой модели предметной области и формирования требований групп при реализации проектов интернета вещей |
| 1.Ф.02.М8.01 Основы теории сигналов | Знает: основы математического представления простых и сложных сигналов, формируемых и обрабатываемых в современных |

| | |
|---|---|
| | <p>радиоэлектронных устройствах; числовые характеристики и параметры сигналов и спектров, основные виды информационных сигналов, способы их описания, содержание процессов самоорганизации и самообразования при планировании занятий по самоподготовке при изучении теоретической части дисциплины и выполнения практических работ</p> <p>Умеет: выполнять моделирования процессов формирования и обработки информационных сигналов, оформлять полученные результаты, выстраивать траекторию саморазвития на основе принципов самообразования и использования современных информационных технологий</p> <p>Имеет практический опыт: применения методов программирования (моделирования) для формирования, преобразования и анализа сигналов, использования индивидуальных программ общей и профессионально-прикладной подготовки в данной области направленности</p> |
| <p>1.О.29 Языки программирования</p> | <p>Знает: инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, основные языки программирования</p> <p>Умеет: формулировать цели личностного и профессионального развития и определять условия их достижения, применять основные методы и приемы программирования</p> <p>Имеет практический опыт: планирования самостоятельной работы и собственной деятельности, реализации стандартных алгоритмов с использованием различных языков программирования</p> |
| <p>1.Ф.02.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</p> <p>Умеет: применять математические методы обработки данных для выбора и реализации оптимального способа решения профессиональных задач</p> <p>Имеет практический опыт:</p> |
| <p>1.Ф.02.М7.02 Программное обеспечение измерительных процессов</p> | <p>Знает: современные технологии сбора, обработки и передачи измерительной информации, в том числе сетевые; принципы разработки программного обеспечения для измерительных систем на основе микропроцессоров</p> <p>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</p> <p>Имеет практический опыт:</p> |

| | |
|---|---|
| Учебная практика (ознакомительная) (3 семестр) | <p>Знает: инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, способы построения отношения с окружающими людьми, с коллегами</p> <p>Умеет: применять математические методы при решении исследовательских и проектных задач, формулировать цели личностного и профессионального развития и определять условия их достижения, работать в команде, выстраивать взаимоотношения отношения с окружающими людьми, применять и обосновывать выбранные аналитические методы при решении задач практической деятельности</p> <p>Имеет практический опыт: использования математических методов при решении исследовательских и проектных задач, планирования самостоятельной работы и собственной деятельности, участия в командной работе, распределения ролей в условиях командного взаимодействия, использования аналитических методов при решении задач практической деятельности</p> |
| Учебная практика (проектно-технологическая) (4 семестр) | <p>Знает: инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач</p> <p>Умеет: формулировать цели личностного и профессионального развития и определять условия их достижения, применять математические методы при решении исследовательских и проектных задач, работать в команде, выстраивать взаимоотношения отношения с окружающими людьми, применять и обосновывать выбранные аналитические методы при решении задач практической деятельности</p> <p>Имеет практический опыт: планирования самостоятельной работы и собственной деятельности, использования математических методов при решении исследовательских и проектных задач, участия в командной работе, распределения ролей в условиях командного взаимодействия, использования аналитических методов при решении задач практической деятельности</p> |

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 зачету | 30 | 30 |
| Подготовка к мини-контрольным | 10 | 10 |
| Подготовка к контрольным работам. | 31,5 | 31,5 |
| 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 ВВ-84. | 2 |
| 14 | 2 | Протокол квантовой криптографии В-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 | 2 |

| | | | |
|----|---|--|---|
| | | разложении, неравенство Коши-Буняковского, неравенство Гейзенберга. | |
| 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 зачету | Прилипко, В. К. Физические основы квантовых вычислений. Динамика кубита : монография — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 216 с. Главы: гл. 1, стр. 5-35, гл. 2, стр. 36-48, гл. 3, стр. 49-69, гл. 4, стр. 70-81, гл. 8, стр. 135-142. https://e.lanbook.com/book/111888 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 |
| 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 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. | 5 | 31,5 |

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 | Семестр | Вид контроля | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов | Учитывается в ПА |
|------|---------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|--|--------------------------|
| 1 | 5 | Текущий контроль | Контрольная работа 1 | 5 | 5 | Контрольная работа состоит из 5 задач, каждая задача оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; иначе - 0 баллов). | дифференцированный зачет |
| 2 | 5 | Текущий контроль | Контрольная работа 2 | 5 | 5 | Контрольная работа состоит из 5 задач, каждая задача оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; иначе - 0 баллов). | дифференцированный зачет |
| 3 | 5 | Текущий контроль | Контрольная работа 3 | 5 | 5 | Контрольная работа состоит из 5 задач, каждая задача оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; иначе - 0 баллов). | дифференцированный зачет |
| 4 | 5 | Текущий контроль | Мини-контрольная работа 1 | 1 | 1 | Мини-контрольная работа состоит из 1 задачи, решение которой оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 балл; иначе - 0 баллов). | дифференцированный зачет |
| 5 | 5 | Текущий контроль | Мини-контрольная работа 2 | 1 | 1 | Мини-контрольная работа состоит из 1 задачи, решение которой оценивается в 1 балл (есть подробное решение, получен правильный ответ - 1 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, | дифференцированный зачет |

| | | | | | | | |
|---|---|--------------------------|-------|---|---|---|--------------------------|
| | | | | | | получен правильный ответ - 1 балл; иначе - 0 баллов). | |
| 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 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: основные положения квантовой механики | + | + | + | + | + | + | + | + |
| УК-2 | Имеет практический опыт: решения задачи квантовой механики в матричном представлении | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 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 |
|-----------------|--------|--|
| Самостоятельная | 127 | Компьютер, моноблоки, подключенные к сети Интернет и с доступом |

| | | |
|------------------------------------|-------------|--|
| работа студента | (36) | в электронную информационно-образовательную среду университета, проектор, экран. |
| Зачет | 608 (16) | Персональный компьютер, проектор. |
| Лекции | 608 (16) | Персональный компьютер, проектор. |
| Практические занятия и семинары | 608 (16) | Персональный компьютер, проектор. |