

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 09.07.2023 20:53:34

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ

Закреплена за подразделением

Кафедра теоретической физики и квантовых технологий

Направление подготовки

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА

Профиль

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет с оценкой 4

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

93

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	Неделя 18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	93	93	93	93
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доцент, Теленков Максим Павлович

Рабочая программа

Основы квантовой механики

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА (приказ от 02.04.2015 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, 11.03.04-БЭН-22.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

11.03.04 ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра теоретической физики и квантовых технологий

Протокол от 22.06.2021 г., №11/21

Руководитель подразделения Д.ф.-м.н., профессор Мухин Сергей Иванович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	обучить основам квантовой механики, представляющим необходимый базис для формирования специалиста в области современной полупроводниковой электроники, развить умения и навыки, необходимые для инновационной деятельности.
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Математика	
2.1.2	Органическая химия	
2.1.3	Информатика	
2.1.4	Химия	
2.1.5	Инженерная и компьютерная графика	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Материаловедение полупроводников и диэлектриков	
2.2.2	Метрология, стандартизация и технические измерения в магнитоэлектронике	
2.2.3	Метрология, стандартизация и технические измерения в полупроводниковой электронике	
2.2.4	Статистическая физика	
2.2.5	Физика конденсированного состояния	
2.2.6	Физические свойства кристаллов	
2.2.7	Биполярные полупроводниковые приборы	
2.2.8	Квантовая и оптическая электроника	
2.2.9	Научно-исследовательская работа	
2.2.10	Научно-исследовательская работа	
2.2.11	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.12	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.2.13	Технология материалов электронной техники	
2.2.14	Физика диэлектриков	
2.2.15	Физика магнитных явлений	
2.2.16	Методы исследования материалов и структур электроники	
2.2.17	Основы проектирования электронной компонентной базы. Пакеты прикладных программ	
2.2.18	Оформление результатов научной деятельности	
2.2.19	Приемники оптического излучения	
2.2.20	Физика импульсного отжига	
2.2.21	Физические основы электроники	
2.2.22	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.23	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.24	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.25	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-4: Способность обрабатывать результаты измерений опытных образцов изделий электронной техники
Знать:
ПК-4-31 основные свойства и законы движения квантовых систем;
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
Знать:
УК-1-31 основные положения квантовой механики
ПК-4: Способность обрабатывать результаты измерений опытных образцов изделий электронной техники

Уметь:
ПК-4-У1 проводить расчет фундаментальных физических характеристики квантовых систем, лежащих в основе приборов и устройств инновационной опто- и нанoeлектроники;
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
Уметь:
УК-1-У1 проводить расчет фундаментальных физических характеристики квантовых систем, лежащих в основе приборов и устройств инновационной опто- и нанoeлектроники;
ПК-4: Способность обрабатывать результаты измерений опытных образцов изделий электронной техники
Владеть:
ПК-4-В1 навыками применения базовых методов квантовой механики
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач
Владеть:
УК-1-В1 навыками применения базовых методов квантовой механики

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	Раздел 1. Основные понятия квантовой механики							
1.1	Корпускулярно-волновой дуализм. Волновое поле вероятности. Динамические переменные квантовых систем. Процесс измерения в квантовой механике. Физические величины. Вероятностный характер результатов измерения физических величин. Состояние квантовой системы. Волновая функция /Лек/	4	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			
1.2	Канонически сопряженные величины. Соотношения неопределенностей. Одновременно измеримые величины. Примеры одновременно измеримых и канонически сопряженных величин. Полные наборы физических величин. Принцип суперпозиции. Базисный набор состояний. Разложение по базису /Лек/	4	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			
1.3	Разложение волновой функции по плоским волнам. Физический смысл коэффициентов разложения. Волновая функция в импульсном представлении. Определение вероятности измерения импульса и его среднего значения. /Пр/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.3 Э1 Э2			

1.4	Закрепление материала аудиторных занятий. Чтение основной и дополнительной литературы /Ср/	4	5	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3 Э1 Э2			
1.5	Решение задач домашнего задания /Ср/	4	5	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Э1 Э2			
Раздел 2. Уравнение Шредингера								
2.1	Временное уравнение Шредингера. Оператор Гамильтона. Плотность потока вероятности. Уравнение непрерывности и его связь с законом сохранения числа частиц. Стандартные требования к волновой функции. Стационарные состояния. Стационарное уравнение Шредингера /Лек/	4	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			
2.2	Стационарные состояния частицы в одномерной квантовой яме /Пр/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.3 Э1 Э2			
2.3	Прохождение частицы через потенциальный барьер. Туннелирование в системе квантовых ям /Пр/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.3 Э1 Э2			
2.4	Контрольная работа по разделам 1 и 2 /Пр/	4	1	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.3 Э1 Э2			
2.5	Закрепление материала аудиторных занятий. Чтение основной и дополнительной литературы /Ср/	4	7	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3 Э1 Э2			
2.6	Решение задач домашнего задания /Ср/	4	18	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Э1 Э2			
Раздел 3. Основные методы квантовой механики								
3.1	Операторы физических величин. Уравнение спектра физической величины. Коммутационные соотношения для операторов физических величин. /Лек/	4	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			

3.2	Импульс. Нормирование волновых функций непрерывного спектра. Общее правило нормирования волновых функций /Лек/	4	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			
3.3	Момент импульса. Спектр проекции момента. Состояния с определенным значением проекции момента. Коммутационные соотношения для операторов проекции момента импульса и его квадрата. Спектр квадрата момента импульса. /Лек/	4	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			
3.4	Частица в центрально-симметричном поле. Атом водорода. /Пр/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.3 Э1 Э2			
3.5	Матричный аппарат квантовой механики . Основы теории представлений. Теория стационарных возмущений. /Лек/	4	4	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			
3.6	Решение стационарного уравнения Шредингера в матричном подходе. /Пр/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.3 Э1 Э2			
3.7	Стационарная теория возмущения при наличии вырождения. Эффект Штарка в атоме водорода /Пр/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.3 Э1 Э2			
3.8	Временная теория возмущения. Переходы между состояниями. Правило Ферми. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			
3.9	Контрольная работа по разделу 3 /Пр/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.3 Э1 Э2			P2
3.10	Понятие о спине. Волновая функция частиц со спином. Принцип неразличимости тождественных частиц. Волновая функция системы невзаимодействующих тождественных частиц. Определитель Слэттера. Принцип запрета Паули. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			
3.11	Квазиклассическое приближение /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.2 Л2.3 Э1 Э2			
3.12	Коллоквиум по разделам 1-3 /Пр/	4	2	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.2Л2.2 Л2.3Л3.3 Э1 Э2		КМ1	

3.13	Закрепление материала аудиторных занятий. Чтение основной и дополнительной литературы /Ср/	4	20	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.3 Э1 Э2			
3.14	Решение задач домашнего задания /Ср/	4	38	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-4-31 ПК-4-У1 ПК-4-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.2 Л3.3 Э1 Э2			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Коллоквиум	УК-1-У1;УК-1-31;УК-1-В1;ПК-4-У1;ПК-4-31;ПК-4-В1	Вопросы для самостоятельной подготовки к коллоквиуму: 1) Корпускулярно-волновой дуализм. Волновое поле вероятности 2) Динамические переменные квантовых систем. Процесс измерения в квантовой механике 3) Физические величины. Вероятностный характер результатов измерения физических величин. Состояние квантовой системы. Волновая функция 4.Канонически сопряженные величины. Соотношения неопределенностей 5) Одновременно измеримые величины. Полные наборы физических величин 6) Принцип суперпозиции. Базисный набор состояний. Разложение по базису 7) Временное уравнение Шредингера. Оператор Гамильтона 8) Стационарные состояния 9) Плотность потока вероятности. Уравнение непрерывности и его связь с законом сохранения частиц. Стандартные требования к волновой функции 10) Операторы физических величин. Уравнение на собственные состояния физических величин 11) Коммутационные соотношения для операторов физических величин 12) Импульс 13) Нормирование волновых функций непрерывного спектра. Общее правило нормирования волновых функций 14) Момент импульса 15) Матричный аппарат квантовой механики 16) Переход между представлениями 17) Теория стационарных возмущений 18) Временная теория возмущения. Переходы между состояниями 19) Правило Ферми 20) Спин. Волновая функция частиц со спином 21) Принцип неразличимости тождественных частиц. Волновая функция системы невзаимодействующих тождественных частиц. Определитель Слэттера. Принцип запрета Паули 22) Квазиклассическое приближение

5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Контрольная работа 1	УК-1-У1;УК-1-31;ПК-4-31;ПК-4-У1;УК-1-В1;ПК-4-В1	Примеры вариантов контрольных работ приведены в приложении 1

P2	Контрольная работа 2	УК-1-У1;УК-1-31;УК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1	Примеры вариантов контрольных работ приведены в приложении 1
P3	Домашнее задание	УК-1-У1;УК-1-31;УК-1-В1;ПК-4-31;ПК-4-У1;ПК-4-В1	В курсе предусмотрена домашнее задание, заключающееся в самостоятельном решении задач. Примеры задач домашнего задания приведены в приложении 2

5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзамен по данной дисциплине не предусмотрен

5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Для получения зачета студент должен выполнить все работы, запланированные по данной дисциплине. Итоговая оценка вычисляется как среднее арифметическое оценок за контрольные работы, домашнее задание и коллоквиум.

Шкала оценок за контрольную работу:

- а) Оценка "Отлично" (5). Предоставлено полное и аргументированное решение всех задач контрольной работы
- б) Оценка "Хорошо" (4). Все задачи решены в целом правильно, но хотя бы в одной задаче допущены физически несущественные ошибки при проведении математических преобразований или выполнении числовых расчетов
- в) Оценка "Удовлетворительно" (3). Правильно выбраны методы решения всех задач, приведена правильная их математическая постановка. Однако хотя бы в одной задаче не доведены до конца математические преобразования, или допущены физически значимые ошибки при проведении математических преобразований или выполнении числовых расчетов
- г) Оценка "Неудовлетворительно" (2). Не предоставлено решение или предоставлено методически неверное решение хотя бы одной задачи

Шкала оценок за домашнее задание:

- а) Оценка "Отлично" (5). Предоставлено полное и аргументированное решение всех задач домашнего задания.
- б) Оценка "Хорошо" (4). Все задачи решены в целом правильно, но хотя бы в одной задаче допущены физически несущественные ошибки при проведении математических преобразований или выполнении числовых расчетов
- в) Оценка "Удовлетворительно" (3). Правильно выбраны методы решения всех задач, приведена правильная их математическая постановка. Однако хотя бы в одной задаче не доведены до конца математические преобразования, или допущены физически значимые ошибки при проведении математических преобразований или выполнении числовых расчетов
- г) Оценка "Неудовлетворительно" (2). Не предоставлено решение или предоставлено методически неверное решение хотя бы одной задачи.

Шкала оценок за ответ на коллоквиуме:

- а) Оценка "Отлично" (5). Студент дает исчерпывающие и логически стройные ответы на поставленные вопросы, не содержащие ошибок и неточностей.
- б) Оценка "Хорошо" (4). Студент полностью раскрывает поставленные вопросы, однако в ответах содержатся неточности, не носящие физически принципиального характера.
- в) Оценка "Удовлетворительно" (3). Студент демонстрирует понимание сути излагаемого материала, однако ответы носят фрагментарный и непоследовательный характер.
- г) Оценка "Неудовлетворительно" (2). Студент не знает ответы на поставленные вопросы или допускает грубые ошибки в ответе.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Векилов Ю. Х., Кузьмин Ю. М., Мухин С. И., Муковский Я. М., Векилов Ю. Х.	Курс теоретической физики в задачах и упражнениях: учеб. пособие для студ. вузов спец. 'Физика металлов' и 'Металловедение и терм. обраб. металлов'	Электронная библиотека	М.: Учеба, 2005
Л1.2	Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М.	Т.3: Квантовая механика. Нерелятивистская теория	Библиотека МИСиС	, 1989

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Серова Ф. Г., Янкина А. А.	Сборник задач по теоретической физике: квантовая механика, статистическая физика	Электронная библиотека	Москва: Просвещение, 1979
Л2.2	Давыдов А. С.	Квантовая механика: учеб. пособие для ун-тов	Библиотека МИСиС	М.: Физматгиз, 1963
Л2.3	Левич В. Г., Вдовин Ю. А., Мямлин В. А., Левич В. Г.	Т. 2: Квантовая механика. Квантовая статистика и физическая кинетика	Библиотека МИСиС	, 1971

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Кучеренко М. А.	Стратегии смыслового чтения учебного текста по физике: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2014
Л3.2	Уздин В. М.	Математическое моделирование: метод анализа размерности: учебно-методическое пособие	Электронная библиотека	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2019
Л3.3	Векилов Ю. Х., Кузьмин Ю. М., Мухин С. И.	Квантовая механика: учеб. пособие для практ. занятий студ. спец. 1105	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2001

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Платформа LMS Canvas для студентов НИТУ "МИСиС". Курс "Основы квантовой механики и теория упругости"	https://lms.misis.ru/courses/8191
Э2	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	http://window.edu.ru/

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
П.2	LMS Canvas
П.3	MS Teams

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И.3	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.4	— аналитическая база Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И.5	— аналитическая база Scopus https://www.scopus.com/
И.6	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И.7	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест

Читальный зал №3 (Б)		комплект учебной мебели на 44 места для обучающихся, МФУ Xerox VersaLink B7025 с функцией масштабирования текстов и изображений, 8 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
----------------------	--	--

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Содержание дисциплины является сильно взаимосвязанным. Поэтому ее изучение должно носить систематический, регулярный характер: необходимо посещение всех аудиторных занятий и своевременное выполнение запланированной самостоятельной работы в полном объеме.

Рекомендуется вести конспекты лекций и практических занятий. Перед каждым аудиторным занятием следует самостоятельно проработать предшествующий материал, используя конспекты, литературу и электронные ресурсы. Достаточным результатом проработки является умение изложить материал, не прибегая к источникам информации.

Следует немедленно обращаться к преподавателю при возникновении непонимания рассматриваемых вопросов, в том числе и в том случае, если обнаруживаются пробелы в знании предшествующих курсов или школьной программы.

Принципиально важное значение для успешного освоения дисциплины имеет своевременное выполнение домашнего задания, которое заключается в самостоятельном решении практических задач и направлено на выработку как общих навыков теоретического описания, так и навыков описания базовых свойств квантовых систем, необходимых для дальнейшего обучения по профилю подготовки и будущей профессиональной деятельности. Домашнее задание охватывает все разделы курса, и его следует выполнять в течение всего семестра, по мере изучения соответствующего материала. В случае возникновения трудностей при решении задач необходимо немедленно обратиться к преподавателю. Выполненное домашнее задание сдается в письменном виде перед началом коллоквиума. Решение задачи должно обязательно содержать развернутое аргументированное объяснение выбора метода решения задачи, описание процедуры ее математической постановки. Математические расчеты должны быть подробными и представлены в полном объеме. В обязательном порядке следует проверить размерность в полученном решении, разумность числовых значений, даваемых решением, и его поведения при изменении входящих в него величин (в частности, соответствие решения простым оценкам и известным предельным случаям). Помимо этого необходимо выполнить и подробно представить физический анализ решения, специально требуемый в условии задачи.

Данная дисциплина поддерживается курсом на платформе LMS Canvas для студентов НИТУ МИСиС (электронный ресурс Э1), в котором можно найти программу курса, презентации, содержащие материал аудиторных занятий, литературу в электронном виде. Рекомендуется использовать LMS Canvas также для связи с преподавателем вне аудитории, публикуя сообщения в обсуждениях, созданных в курсе. В частности, можно задавать вопросы или запрашивать консультацию. В LMS Canvas преподаватель сообщает о месте, времени и форме проведения консультаций. Предпочтение отдается очным консультациям. Однако, в случае затруднения проведения консультации в очной форме, она может быть дана удаленно в соответствующей группе системы MS Teams