



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«МИРЭА – Российский технологический университет»

Общий факультет (Фрязино)

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала РТУ МИРЭА в г.
Фрязино

_____ Макарова Л.А.

«__» _____ 2021 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)
Квантовая механика

Читающее подразделение	кафедра общенаучных дисциплин
Направление	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
Направленность	Проектирование и технология электронных приборов и устройств
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	4 з.е.

Распределение часов дисциплины и форм промежуточной аттестации по семестрам

Семестр	Зачётные единицы	Распределение часов							Формы промежуточной аттестации
		Всего	Лекции	Лабораторные	Практические	Самостоятельная работа	Контактная работа в период практики и (или) аттестации	Контроль	
4	4	144	32	0	32	44	2,35	33,65	Экзамен

Программу составил(и):

канд. физ.-мат. наук, доцент, Пархоменко Михаил Павлович _____

Рабочая программа дисциплины

Квантовая механика

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

составлена на основании учебного плана:

направление: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

направленность: «Проектирование и технология электронных приборов и устройств»

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

кафедра общенаучных дисциплин

Протокол от 30.08.2021 № 1

Зав. кафедрой Щучкин Григорий Григорьевич _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Квантовая механика» имеет своей целью способствовать формированию у обучающихся компетенций, предусмотренных данной рабочей программой в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника с учетом специфики направленности подготовки – «Проектирование и технология электронных приборов и устройств».

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Направление:	11.03.04 Электроника и наноэлектроника
Направленность:	Проектирование и технология электронных приборов и устройств
Блок:	Дисциплины (модули)
Часть:	Обязательная часть
Общая трудоемкость:	4 з.е. (144 акад. час.).

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть компетенциями:

УК-1 - Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ОПК-1 - Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

ОПК-2 - Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

ОПК-2 : Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

ОПК-2.1 : Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи

Знать:

- методы нахождения и критического анализа информации

Уметь:

- применять на практике методы нахождения и критического анализа информации

ОПК-2.2 : Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки

Знать:

- достоинства и недостатки методов решения задач по квантовой механике

Уметь:

- оценивать возможность того или иного метода решения в конкретной задаче

ОПК-1 : Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности

ОПК-1.1 : Осваивает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы

Знать:

- основные законы квантовой механики

Уметь:

- применять основные физические законы для решения задач по квантовой механике

ОПК-1.2 : Применяет физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера**Знать:**

- математические методы для решения задач по квантовой механике

Уметь:

- применять математические методы для решения задач по квантовой механике

УК-1 : Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач**УК-1.1 : Осваивает методики поиска, сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности, метод системного анализа.****Знать:**

- Методики поиска, сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации в квантовой механике

Уметь:

- Искать и обрабатывать информацию по квантовой механике

Владеть:

- Методами поиска, сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации в квантовой механике

УК-1.2 : Применяет методики поиска, сбора и обработки информации, осуществляет критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников, применяет системный подход для решения поставленных задач**Знать:**

- Практическое применение методик поиска, сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации в квантовой механике

Уметь:

- Осуществлять критический анализ и синтез информации по квантовой механике, полученной из разных источников

Владеть:

- Применением системного подхода для решения задач квантовой механики

В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН**Знать:**

- математические методы для решения задач по квантовой механике
- основные законы квантовой механики
- достоинства и недостатки методов решения задач по квантовой механике
- методы нахождения и критического анализа информации
- Практическое применение методик поиска, сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации в квантовой механике
- Методики поиска, сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации в квантовой механике

Уметь:

- применять математические методы для решения задач по квантовой механике
- Искать и обрабатывать информацию по квантовой механике
- применять на практике методы нахождения и критического анализа информации

- Осуществлять критический анализ и синтез информации по квантовой механике, полученной из разных источников
- применять основные физические законы для решения задач по квантовой механике
- оценивать возможность того или иного метода решения в конкретной задаче

Владеть:

- Методами поиска, сбора и обработки информации, актуальные российские и зарубежные источники информации в квантовой механике
- Применением системного подхода для решения задач квантовой механики

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

При проведении учебных занятий организация обеспечивает развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений и лидерских качеств.

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Сем.	Часов	Компетенции
1. Основы теории относительности				
1.1	Специальная теория относительности (Лек). Релятивистская кинематика. Опыт Майкельсона. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоранца и следствие из преобразований (одновременность событий, длина тел, длительность событий в разных системах отсчета). Релятивистский закон сложения скоростей.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
1.2	Выполнение практических заданий (Пр). Решение задач по кинематике СТО	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
1.3	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение задач на пройденную тему по варианту выданным преподавателем	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
1.4	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
1.5	Релятивистская динамика теории относительности (Лек). Релятивистский импульс. Релятивистская масса. Закон сохранения импульса в релятивистской динамике. Основной закон релятивистской динамики. Закон взаимосвязи массы и энергии.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
1.6	Выполнение практических заданий (Пр). Решение задач по динамике СТО	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
1.7	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение задач на пройденную тему по варианту выданным преподавателем	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2

1.8	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
2. Тепловое излучение				
2.1	Тепловое излучение и его характеристики. (Лек). Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
2.2	Выполнение практических заданий (Пр). Решение задач на тепловое излучение	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
2.3	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение задач на пройденную тему по варианту выданным преподавателем	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
2.4	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
2.5	Тепловое излучение (Лек). Законы Стефана - Больцмана и смещение Вина. Формула Рэлея - Джинса. Формула Планка. Оптическая пирометрия. Пирометры.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
2.6	Выполнение практических заданий (Пр). Решение задач на тепловое излучение	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
2.7	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
2.8	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение задач на пройденную тему по варианту выданным преподавателем	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
3. Квантовые свойства света				
3.1	Квантовые свойства света. (Лек). Фотоэффект. Законы внешнего фотоэффекта. Тормозное рентгеновское излучение. Опыт Боте. Фотоны.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
3.2	Выполнение практических заданий (Пр). Решение задач на фотоэффект	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
3.3	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение задач на пройденную тему по варианту выданным преподавателем	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2

3.4	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
3.5	Квантовые свойства света (продолжение). (Лек). Эффект Комптона и его элементарная теория. Давление света.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
3.6	Выполнение практических заданий (Пр). Решение задач на эффект Комптона	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
3.7	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение задач на пройденную тему по варианту выданным преподавателем	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
3.8	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
4. Теория частиц				
4.1	Боровская теория строения атома. (Лек). Ядерная модель атома. Линейчатый спектр атома водорода. Опыты Франка и Герца. Постулаты Бора. Боровская модель атома водорода.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
4.2	Выполнение практических заданий (Пр). Решение задач на постулаты Бора	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
4.3	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение задач на пройденную тему по варианту выданным преподавателем	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
4.4	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
4.5	Волновые свойства частиц. (Лек). Гипотеза де Бройля и ее экспериментальное подтверждение. Длина волны де Бройля. Парадоксальное поведение микрочастиц. Соотношение неопределенностей (теория и примеры).	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
4.6	Выполнение практических заданий (Пр). Решение задач на соотношение неопределенностей	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
4.7	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение задач на пройденную тему по варианту выданным преподавателем	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2

4.8	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
5. Уравнение Шрёдингера				
5.1	Уравнение Шрёдингера. (Лек). Волновая функция и её статистический смысл. Стандартные условия волновой функции. Движение свободной частицы.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
5.2	Выполнение практических заданий (Пр). Решение задач на волновые свойства частиц	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
5.3	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение задач на пройденную тему по варианту выданным преподавателем	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
5.4	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
5.5	Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими стенками. (Лек). Решение уравнения Шрёдингера для стационарных состояний: потенциальная энергия и граничные условия. Решение уравнения Шрёдингера внутри ямы. Квантование энергии. Собственные функции. Плотность вероятности обнаружения частицы.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
5.6	Выполнение практических заданий (Пр). Частица в "потенциальной яме" – решение задач	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
5.7	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение задач на пройденную тему по варианту выданным преподавателем	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
5.8	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
5.9	Туннельный эффект. (Лек). Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Коэффициент прохождения и отражения частицы. Примеры туннельного эффекта Линейный гармонический осциллятор в квантовой механике.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
5.10	Выполнение практических заданий (Пр). Движение частицы сквозь потенциальный барьер. Коэффициенты отражения и прохождения	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2

5.11	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение задач на пройденную тему по варианту выданным преподавателем	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
5.12	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6. Физические величины и операторы				
6.1	Многоэлектронные атомы. (Лек). Принцип запрета Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям. Принцип тождественности элементарных частиц.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.2	Выполнение практических заданий (Пр). Решение задач на принцип запрета Паули	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.3	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение задач на пройденную тему по варианту выданным преподавателем	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.4	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.5	Представление физических величин операторами. (Лек). Средние значения физических величин. Некоторые свойства операторов. Основные постулаты квантовой теории. Собственные состояния. Оператор полной энергии частицы – гамильтониан. Оператор момента импульса.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.6	Выполнение практических заданий (Пр). Решение задач на среднее значение физических величин оператора. Алгебра операторов	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.7	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение задач на пройденную тему по варианту выданным преподавателем	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.8	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.9	Квантование момента импульса (Лек). Момент импульса, модуль момента импульса, проекция момента импульса. Ротатор.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.10	Выполнение практических заданий (Пр). Решение задач на момент импульса микрочастиц	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2

6.11	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.12	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение задач на пройденную тему по варианту выданным преподавателем	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.13	Атом водорода в квантовой механике. (Лек). Квантовые числа. Главное квантовое число. Орбитальное квантовое число. Магнитное квантовое число. Опыт О. Штерна и В. Герлаха. Гипотеза о спине электрона. Спектр. 1S – состояние электрона в атоме водорода. Спиновое квантовое число. Фермионы и бозоны	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.14	Выполнение практических заданий (Пр). Решение задач на квантовые числа	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.15	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
6.16	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение задач на пройденную тему по варианту выданным преподавателем	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
7. Лазеры				
7.1	Лазеры. (Лек). Поглощение. Спонтанное и вынужденное излучение. Оптический квантовый генератор – лазер. Применение лазеров.	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
7.2	Выполнение практических заданий (Пр). Решение задач на спонтанное и вынужденное излучение	4	2	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
7.3	Выполнение домашнего задания (Ср). Решение задач на пройденную тему по варианту выданным преподавателем	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
7.4	Подготовка к аудиторным занятиям (Ср). Повторение пройденного материала	4	1,375	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
8. Промежуточная аттестация (экзамен)				
8.1	Подготовка к сдаче промежуточной аттестации (Экзамен).	4	33,65	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2
8.2	Контактная работа с преподавателем в период промежуточной аттестации (КрПА).	4	2,35	УК-1.1, УК-1.2, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-2.1, ОПК-2.2

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

5.1. Перечень компетенций

Перечень компетенций, на освоение которых направлено изучение дисциплины «Квантовая механика», с указанием результатов их формирования в процессе освоения образовательной программы, представлен в п.3 настоящей рабочей программы

5.2. Типовые контрольные вопросы и задания

1. Преобразования Галилея. Механический принцип относительности. Опыт Майкельсона. Постулаты специальной теории относительности.
2. Волновая функция и её статистический смысл. Уравнение Шредингера. Движение свободной частицы.
3. Преобразования Лоренца. Одновременность событий в разных системах отсчёта.
4. Соотношение неопределённостей.
5. Преобразования Лоренца. Длительность событий в разных системах отсчёта.
6. Гипотеза де Бройля. Длина волны де Бройля. Опыт Дэвиссона и Джермера.
7. Преобразования Лоренца. Длина тел в разных системах отсчёта.
8. Опыты Франка и Герца. Боровская модель атома водорода.
9. Релятивистский импульс и релятивистская масса. Закон сохранения импульса в релятивистской динамике. Основной закон релятивистской динамики материальной точки.
10. Линейный гармонический осциллятор в квантовой механике.
11. Кинетическая энергия релятивистской частицы. Закон взаимосвязи массы и энергии. Связь между энергией и импульсом.
12. Ядерная модель атома. Линейчатый спектр атома водорода. Постулаты Бора.
13. Основные характеристики теплового излучения. Закон Кирхгофа.
14. Волновая функция и её статистический смысл. уравнение Шредингера. Движение свободной частицы.
15. Законы Стефана - Больцмана и смещения Вина. Формула Релея - Джинса.
16. Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект.
17. Формула Планка. Вывод закона Стефана - Больцмана.
18. Гипотеза де Бройля. Длина волны де Бройля. Опыт Дэвиссона и Джермера.
19. Формула Планка. Вывод закона смещения Вина и формулы Релея - Джинса.
20. Опыты Франка и Герца. Боровская модель атома водорода.
21. Фотоэффект. Законы внешнего фотоэффекта. Квантовая теория фотоэффекта - уравнения Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
22. Частица в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками. Решение уравнения Шредингера внутри ямы. Квантование волнового числа и энергии. Собственные функции. Плотность вероятности обнаружения частицы.
23. Тормозное рентгеновское излучение. Опыт Боте. Фотоны и их свойства.
24. Эффект Комптона и его элементарная теория.
25. Прохождение частицы сквозь потенциальный барьер. Туннельный эффект.
26. Ядерная модель атома. Линейчатый спектр атома водорода. Постулаты Бора.
27. Линейный гармонический осциллятор в квантовой механике.
28. Гипотеза де Бройля. Длина волны де Бройля. Опыт Дэвиссона и Джермера.
29. Спин электрона. Опыт Штерна и Герлаха. Спиновое квантовое число.
30. Основные характеристики теплового излучения. Закон Кирхгофа.
31. Принцип Паули. Заполнение электронных оболочек.
32. О периодической системе элементов Д.И. Менделеева.
33. Представление физических величин операторами. Основные постулаты квантовой теории.
34. Тепловое излучение. Законы Стефана - Больцмана и смещение Вина.
35. Квантование момента импульса (момент импульса, модуль момента импульса, проекция момента импульса).
36. Эффект Комптона и его элементарная теория.

5.3. Фонд оценочных материалов

Полный перечень оценочных материалов представлен в приложении 1.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование помещения	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

6.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1. Microsoft Windows. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.
2. Microsoft Office. Договор №32009183466 от 02.07.2020 г.

6.3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.3.1. Основная литература

1. Ермаков А. И. Квантовая механика и квантовая химия. В 2 ч. Часть 1. Квантовая механика [Электронный ресурс]: Учебник и практикум для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 183 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/471665>
2. Ефремов Ю. С. Квантовая механика [Электронный ресурс]: Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2021. - 458 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/472897>
3. Ермаков А. И. Квантовая механика и квантовая химия. В 2 ч. Часть 2. Квантовая химия [Электронный ресурс]: Учебник и практикум для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 402 с – Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/452845>

4. Бурмистрова Н. А. Квантовая механика и квантовая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Саратов: СГУ, 2020. - 68 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/170586>
5. Абдуллаев С. Д., Овчинникова И. В., Чен Т. Т. Квантовая механика (лабораторные работы ФПВ-10-10, ФПВ-10-11) [Электронный ресурс]: лаб. практикум. - М.: РТУ МИРЭА, 2019. - – Режим доступа: <http://library.mirea.ru/secret/28082019/2062.iso>
6. Максимова Г. М., Бурдов В. А. Квантовая механика Графена [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2019. - 37 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/144652>
7. Савельев И. В. Квантовая механика [Электронный ресурс]:. - Санкт-Петербург: Лань, 2021. - 432 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/169151>

6.4. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ СОВРЕМЕННЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. База данных Web of Science
<http://www.webofknowledge.com>
2. Международный ресурс для поиска и обмена научными публикациями
<https://www.researchgate.net>
3. Электроника НТБ - научно-технический журнал

<http://www.electronics.ru>
4. Информационно-справочный портал научных публикаций отечественных и зарубежных авторов «Google Академия»

<https://www.scholar.google.ru>
5. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>

6.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Самостоятельная работа студента направлена на подготовку к учебным занятиям и на развитие знаний, умений и навыков, предусмотренных программой дисциплины.

В соответствии с учебным планом дисциплина может предусматривать лекции, практические занятия и лабораторные работы, а также выполнение и защиту курсового проекта (работы). Успешное изучение дисциплины требует посещения всех видов занятий, выполнение заданий преподавателя и ознакомления с основной и дополнительной литературой. В зависимости от мероприятий, предусмотренных учебным планом и разделом 4, данной программы, студент выбирает методические указания для самостоятельной работы из приведенных ниже.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо: перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект материала предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине. При подготовке к практическому занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо: приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию; до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия; в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его

понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения; в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов; на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившихся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изученную на занятии.

Методические указания, необходимые для изучения и прохождения дисциплины приведены в составе образовательной программы.

6.6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБУЧЕНИЮ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Медиа материалы также следует использовать и адаптировать с учетом индивидуальных особенностей обучения лиц с ОВЗ.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);

- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);

- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 3E71B80600020002CF46

Владелец: Макарова Людмила Александровна

Действителен с 21.09.2021 по 21.09.2022