

**Министерство просвещения Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«Дагестанский государственный педагогический  
университет»**

Кафедра физики и методики преподавания



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1. О. 07 ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ «ФИЗИКА»**

**Б1. О. 07.03.03 КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА**

**Направление подготовки - 44.03.05 Педагогическое образование (с  
двумя профилями)**

**Направленность (профили) – «Физика» и «Математика»**

**Квалификация выпускника: Бакалавр**

**Форма обучения – очная, заочная**

| Форма обучения | Семестр | Трудоемкость | Виды учебной работы |                |                |                        |     |                  |
|----------------|---------|--------------|---------------------|----------------|----------------|------------------------|-----|------------------|
|                |         |              | Лекции              | Практ. занятия | Лабор. занятия | Промежуточный контроль | СРС | Форма аттестации |
| очная          | 7       | 144          | 32                  | 32             |                | 27                     | 53  | экзамен          |
| заочная        | 7       | 144          | 8                   | 8              |                | 6                      | 122 | экзамен          |

Махачкала, 2022

**Автор рабочей программы дисциплины (модуля):**

*Старший преподаватель, к.т.н. Абдурашидова А.А.*

**Программа утверждена на заседаниях:**

кафедры физики и методики преподавания  
(протокол № 2 от «22» сентября 2022 г.)

Зав. кафедрой: *Амиралиев А.Д., к.п.н., доцент*



\_\_\_\_\_ (подпись)

Учёно́го совета института физико-математического и информационного-  
технологического образования

(протокол № 1 от «29» сентября 2022 г.)

Председатель: *Бакмаев А.Ш., к.п.н., доцент*



\_\_\_\_\_ (подпись)

учебно-методического совета ДГПУ  
(протокол № 1 от «20» октября 2022 г.)

Председатель УМС: *Дибиров И.А.*



\_\_\_\_\_ (подпись)

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью освоения дисциплины является формирование базовой профессиональной подготовки в области физики, формирование целостных представлений о современной физической картине мира и компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО, овладение основами физики как фундаментальной науки.

| <b>Код компетенции</b> | <b>Содержание компетенции</b>   | <b>Индикаторы достижения компетенций</b>  |
|------------------------|---|---|
| <b>УК-1</b>            | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач                | УК-1.1. Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение.<br>УК-1.2. Применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности.<br>УК-1.3. Анализирует источники информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений |
| <b>ПК-1</b>            | Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач | ПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета).<br>ПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО.<br>ПК-1.3. Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные.                  |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1. О. 07.03.03 «Квантовая механика» относится к **обязательной части** и **Модулю «Физика»** учебного плана (основной профессиональной образовательной программы) подготовки бакалавров по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) профили «Физика» и «Математика».

Дисциплина Б1. О. 07.03.03 «Квантовая механика» базируется на компетенциях, знаниях и умениях, сформированных в ходе изучения дисциплин «Механика», «Классическая механика», «Классическая электродинамика».

Компетенции сформированные в процессе изучения дисциплины необходимы для освоения содержания дисциплин «Статистическая физика», «Физика твердого тела», «Физика ядра и элементарных частиц», выполнения заданий (учебной, производственной практик, научно-исследовательской работы и выпускной квалификационной работы).

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций выпускника:

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

ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:

| Код компетенции | Знает | Умеет | Владеет |
|-----------------|-------|-------|---------|
|-----------------|-------|-------|---------|

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <p>УК-1.</p> <p>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</p>                | <p>структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета):</p> <p>фундаментальные основы теоретической физики; структурные элементы, входящие в систему познания предметной области «теоретическая физика»;</p> <p>основные этапы развития теоретической физики, актуальные проблемы и тенденции</p> | <p>применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности;</p> <p>излагать и критически анализировать базовую информацию по теоретической физике; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями теоретической физики; анализировать основные проблемы теоретической физики и</p> | <p>навыками грамотного использования научного языка теоретической физики; способами совершенствования профессиональных знаний и умений путём использования информационной среды; навыками устанавливать содержательные, методологические и мировоззренческие связи теоретической физики со смежными научными областями. навыками поиска и первичной обработки научной и научнотехнической информации в области теоретической физики; культурой научного мыш-</p> |
|   | <p>современного развития теоретической физики</p>  | <p>формулировать собственную позицию по спорным вопросам; представлять физическую информацию различными способами (в вербальной, знаковой, аналитической, математической, графической, схемотехнической, алгоритмической); применять математические методы теоретической физики для решения конкретных задач</p>  | <p>ления, позволяющей отсеивать и опровергать псевдонаучные теории, публикуемые в Интернете</p>  |
| <p>ПК-1.</p> <p>Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач</p> | <p>фундаментальные понятия и законы теоретической физики, экспериментальные основания физических теорий, применение физических теорий в смежных дисциплинах естественнонаучного содержания</p>   | <p>применять знание основ теоретической физики для отбора учебного материала и повышения его качества</p>   | <p>навыками применять математические методы теоретической физики для разработки компьютерных демонстраций различных физических явлений</p>   |

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачетные единицы (144 часа).  
Дисциплина изучается на 4 курсе.

### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

| Вид учебной работы  | Трудоёмкость |                     |
|---|--------------|---------------------|
|   | час.         | В т.ч. по семестрам |
|   |              | №7                  |
| <b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану  | <b>144</b>   | <b>144</b>          |
| лекции (общее кол-во часов, включая практическую подготовку)  | 32           | 32                  |
| практические занятия, семинары и пр. (общее кол-во часов, включая практическую подготовку)  | 32           | 32                  |
| лабораторные занятия (общее кол-во часов / включая практическую подготовку)   |              |                     |
| курсовое проектирование   |              |                     |
| групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем |              |                     |
| <b>2. Объем самостоятельной работы обучающихся (СРС)</b>  | <b>80</b>    | <b>80</b>           |
| в том числе часов, выделенных на подготовку к экзамену  | <b>27</b>    | <b>27</b>           |
| Вид промежуточного контроля:  | Экзамен      | Экзамен             |

### ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

| Вид учебной работы  | Трудоёмкость |                     |
|---|--------------|---------------------|
|   | час.         | В т.ч. по семестрам |
|   |              | №7                  |
| <b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану  | <b>144</b>   | <b>144</b>          |
| лекции (общее кол-во часов, включая практическую подготовку)  | 8            | 8                   |
| практические занятия, семинары и пр. (общее кол-во часов, включая практическую подготовку)  | 8            | 8                   |
| лабораторные занятия (общее кол-во часов / включая практическую подготовку)   |              |                     |
| курсовое проектирование   |              |                     |
| групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем |              |                     |
| <b>2. Объем самостоятельной работы обучающихся (СРС)</b>  | <b>128</b>   | <b>128</b>          |
| в том числе часов, выделенных на подготовку к экзамену  | <b>6</b>     | <b>6</b>            |
| Вид промежуточного контроля:  | Экзамен      | Экзамен             |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### очная форма обучения

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)                   | Общая трудоёмкость в акад. часах | Трудоёмкость по видам учебных занятий (в акад. часах) |                |              |           |
|-------|---|----------------------------------|---|----------------|--------------|-----------|
|       |   |                                  | Лек/ пр.подг.   | Лаб / пр.подг. | Пр/ пр.подг. | СР        |
| 1     | Основные положения и математический аппарат квантовой теории.     | 14                               | 4   |                | 4            | 6         |
| 2     | Динамические уравнения и законы сохранения                        | 16                               | 4   |                | 4            | 8         |
| 3     | Одномерные квантово-механические задачи                           | 16                               | 4   |                | 4            | 8         |
| 4     | Движение частиц в центрально – симметричном поле                  | 16                               | 4   |                | 4            | 8         |
| 5     | Собственные механический и магнитный моменты электрона (спин)     | 13                               | 4   |                | 4            | 5         |
| 6     | Системы тождественных частиц                                      | 13                               | 4   |                | 4            | 5         |
| 7     | Многоэлектронные атомы. Молекулы                                  | 13                               | 4   |                | 4            | 5         |
| 8     | Приближенные методы квантовой механики. Элементы теории излучения | 16                               | 4   |                | 4            | 8         |
|       | <i>Подготовка к экзамену</i>                                      | 27                               |   |                |              | 27        |
|       | <b>Итого:</b>   | <b>144</b>                       | <b>32</b>   |                | <b>32</b>    | <b>80</b> |

### заочная форма обучения

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)  | Общая трудоёмкость в акад. часах | Трудоёмкость по видам учебных занятий (в акад. часах) |                |              |    |
|-------|--|----------------------------------|---|----------------|--------------|----|
|       |  |                                  | Лек/ пр.подг.   | Лаб / пр.подг. | Пр/ пр.подг. | СР |
| 1     | Основные положения и математический аппарат квантовой теории. Динамические уравнения и законы сохранения.                      | 32                               | 2   |                | 2            | 28 |
| 2     | Одномерные квантово-механические задачи. Движение частиц в центрально – симметричном поле.                                     | 34                               | 2   |                | 2            | 30 |
| 3     | Собственные механический и магнитный моменты электрона (спин). Системы тождественных частиц. Многоэлектронные атомы. Молекулы. | 32                               | 2   |                | 2            | 28 |
| 4     | Приближенные методы квантовой механики. Элементы теории излучения.   | 40                               | 2   |                | 2            | 36 |

|  |                       |     |   |  |   |     |
|--|-----------------------|-----|---|--|---|-----|
|  | Подготовка к экзамену | 6   |   |  |   | 6   |
|  | Итого:                | 144 | 8 |  | 8 | 128 |

### 5.1. Содержание разделов дисциплины (модуля)

#### **Раздел 1. «Основные положения и математический аппарат квантовой теории».**

Дискретность некоторых наблюдаемых. Корпускулярно-волновой дуализм. Вероятностный характер поведения микробъектов. Состояние микросистем. Первый постулат, свойства  $\psi$  – функции. Принцип суперпозиции. 2-ой постулат. Операторы, их свойства, действия с операторами. Умножение операторов, возведение их в степень. Коммутаторные свойства операторов. Собственные функции и собственные значения операторов. Третий и четвертый постулаты. Среднее значение наблюдаемых. Проблема совместной измеримости. Операторы важнейших наблюдаемых.

**Раздел 2. «Динамические уравнения и законы сохранения».** Уравнение Шредингера, его анализ и частное решение. Уравнения движения. Теоремы Эренфеста. Стационарное уравнение Шредингера.

#### **Раздел 3. «Одномерные квантово- механические задачи»**

Стационарные состояния. Стационарное уравнение Шредингера. Свободное движение, его энергетический спектр. Частица в потенциальной яме. Линейный гармонический осциллятор. Прохождение частицы через потенциальный барьер конечной высоты. Туннельный эффект. Коэффициент прозрачности.

**Раздел 4. «Движение частиц в центрально – симметричном поле».** Общие свойства движения частицы в центрально - симметричном поле. Операторы момента импульса. Радиальное уравнение Шредингера. Водородоподобный атом. Квантовые числа. Спектральные термы. Устойчивость атома, квантово-механическая модель атома.

**Раздел 5. «Собственные механический и магнитный моменты электрона (спин)»** Спин электрона. Операторы спина. Полный вращательный момент электрона и его свойства. Тонкая структура спектров водородоподобных атомов.

**Раздел 6. «Системы тождественных частиц».** Системы тождественных частиц. Принцип тождественности. Частицы Бозе и Ферми. Принцип Паули.

**Раздел 7. «Многоэлектронные атомы. Молекулы».** Атом гелия. Периодическая система элементов. Молекула водорода. Природа химических сил.

**Раздел 8. «Приближенные методы квантовой механики. Элементы теории излучения»** Приближенные методы квантовой механики. Элементы теории излучения.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

| № п/п | Наименование раздела дисциплины                                   | Вид самостоятельной работы обучающихся   |
|-------|---|--|
| 1     | Основные положения и математический аппарат квантовой теории.     | Изучение понятийного аппарата разделов дисциплины. Изучение тем самостоятельной подготовки по учебноматематическому плану. Работа над основной и дополнительной литературой. Изучение вопросов для самопроверки. Самоподготовка к практическим и лабораторным занятиям. Самостоятельная работа при подготовке к экзамену. Подготовка домашних заданий, написание рефератов. Изучение электронных учебных материалов (электронных учебников). Консультация у преподавателя. Составление материалов -презентаций. Участие в научно-практической конференции. |
| 2     | Динамические уравнения и законы сохранения                        |  |
| 3     | Одномерные квантово- механические задачи                          |  |
| 4     | Движение частиц в центрально – симметричном поле                  |  |
| 5     | Собственные механический и магнитный моменты электрона (спин)     |  |
| 6     | Системы тождественных частиц                                      |  |
| 7     | Многоэлектронные атомы. Молекулы                                  |  |
| 8     | Приближенные методы квантовой механики. Элементы теории излучения |  |

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется методами самообучения и самоконтроля в двух направлениях:

- для закрепления и углубления знаний и навыков, полученных на лекционных и практических занятиях;
- для самостоятельного изучения отдельных тем и вопросов дисциплины.

Самостоятельная работа осуществляется в виде:

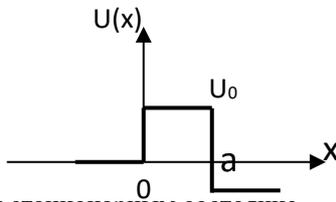
- конспектирования учебной, научной и периодической литературы;
- проработки учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературы);
- подготовки сообщений и докладов к семинарам и практическим занятиям, к участию в тематических дискуссиях, работе научного кружка и конференциях;
- работы с нормативными документами и законодательной базой, с первичными документами и отчетностью предприятий;
- поиска и обзора научных публикаций и электронных источников информации, подготовки заключения по обзору информации;
- выполнения лабораторных, контрольных работ, творческих (проектных) заданий, курсовых работ (проектов);
- решения практических и ситуационных задач;
- составления аналитических таблиц, графического оформления материала; - написания рефератов, докладов;
- работы с тестами и контрольными вопросами для самопроверки;
- анализа отчетной информации организаций различных организационно-правовых форм и видов деятельности;
- моделирования и анализа конкретных проблемных ситуаций;
- написания выводов и предложений на основе проведенного анализа.

Результаты самостоятельной работы контролируются и учитываются при текущем и промежуточном контроле успеваемости обучающегося. При этом проводятся тестирование, экспресс-опрос и фронтальный опрос на семинарских и практических

занятиях, заслушивание докладов и сообщений по дополнительному материалу к лекциям, проверка домашних контрольных работ и т.д.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 7.1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)               | Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности   | Перечень компетенций |
|-------|---|---|----------------------|
| 1     | Основные положения и математический аппарат квантовой теории. | <p>Контрольная работа</p> <p>1. Запишите волновую функцию состояния частицы, являющегося суперпозицией двух состояний с определенными значениями волновых векторов <math>k_1</math> и <math>k_2</math>.</p> <p>2. Каков физический смысл выражения <math>\frac{d\langle w(x,t) \rangle}{dx} = \langle p(x,t) \rangle</math>?</p> <p>3. Можно ли совместно измерить <math>E_{кин}</math> и <math>P_x</math>?</p>                         | УК-1, ПК-1           |
| 2     | Динамические уравнения и законы сохранения.                   | <p>Контрольная работа</p> <p>1. Выведите уравнение, которое показывает, как изменяется со временем средняя координата частицы в квантовой механике.</p> <p>2. Найдите производную по времени от <math>\langle P_x \rangle</math>.</p> <p>3. Запишите полный общий вид закона сохранения импульса частицы в квантовой механике.</p>  | УК-1, ПК-1           |
| 3     | Одномерные квантово-механические задачи.                      | <p>Контрольная работа</p> <p>1. Получите стационарное уравнение Шредингера в дифференциальной форме.</p> <p>2. С помощью стационарного уравнения Шредингера запишите движение частицы в поле вида</p>  <p>3. Является ли стационарным состояние <math>\psi(x,t) = \psi e^{\frac{i}{\hbar}(\Pi_n t - P_x x)}</math> при <math>E &lt; U_0</math>?</p> | УК-1, ПК-1           |

|   |  |   |            |
|---|--|---|------------|
|   |  | <p>4. Что такое «нулевая энергия»? – Формула и физический смысл</p> <p>5. Частица движется с энергией <math>E &gt; U_0</math>, проанализируйте этот случай с классической и квантовой точек зрения.</p>   |            |
| 4 | Движение частиц в центрально симметричном поле.                | <p>Контрольная работа</p> <p>1. Понятие силового поля. Центрально симметрические поля. Сферические координаты.</p> <p>2. Найти коммутатор <math>\hat{L}_x</math> и <math>\hat{L}_y</math>.</p> <p>3. Энергетические спектральные термы.</p> <p>4. Динамическое значение квантовых чисел.</p> <p>5. Имеют ли общие собственные функции <math>\hat{L}^2</math> и <math>\hat{L}_x</math>? –</p> <p>6. При каком виде <math>u(r)</math> у частицы энергетический спектр сплошной?</p> | УК-1, ПК-1 |
| 5 | Собственные механический и магнитный моменты электрона (спин). | <p>Коллоквиум</p> <p>1. Опыты Штерна и Герлаха. Мультиплетная структура атомных спектров. Гипотеза Уленбека и Гаудсмитта. Опыты Эйнштейна и де Газа.</p> <p>2. Спин электрона. Операторы спина, их свойства. Волновые функции электрона с учетом спина.</p> <p>3. Полный вращательный момент электрона, его свойства. Спин-орбитальное взаимодействие.</p>  | УК-1, ПК-1 |

|   |  |   |            |
|---|--|---|------------|
| 6 | Системы тождественных частиц.                                      | Коллоквиум<br>1. Какие частицы называются одинаковыми?<br>2. Гамильтониан системы одинаковых частиц.<br>3. Как ведет себя гамильтониан системы одинаковых частиц?<br>4. Коммутативные свойства оператора перестановки и гамильтониана.<br>5. Принцип тождественности.<br>6. Собственные значения оператора перестановки.<br>7. Симметричные антисимметричные волновые функции.<br>8. Бозоны.<br>9. Фермионы.<br>10. Принцип Паули.  | УК-1, ПК-1 |
| 7 | Многоэлектронные атомы. Молекулы.                                  | Контрольная работа<br>1. Решить уравнение Шредингера для электрона в атоме водорода.<br>2. Найти составляющие плотности тока для электрона в атоме водорода.<br>3. Электрон находится в атоме водорода в основном состоянии. Определить для этого случая $\langle \frac{1}{r} \rangle$ и наиболее вероятное значение $r_0$ .  | УК-1, ПК-1 |
| 8 | Приближенные методы квантовой механики. Элементы теории излучения. | Коллоквиум<br>1. Вероятность перехода атома с одной квантового уровня на другой под влиянием светового поля.<br>2. Вероятность спонтанного излучения атома при переходе из одного квантового состояния в другое.<br>3. Коэффициент Эйнштейна для спонтанного излучения.<br>4. Комбинационный принцип Ритца.<br>5. Правило отбора для осциллятора.<br>6. Правило отбора для оптического электрона атома.<br>7. Дисперсия.<br>8. Задача теории дисперсии.<br>9. Комбинационное рассеяние. | УК-1, ПК-1 |

**Результаты формирования компетенций по дисциплине оцениваются по балльно-рейтинговой системе.**

Всего по дисциплине студент может набрать 100 баллов (или более с учетом бонусных баллов), из которых 20 баллов составляют баллы за посещаемость, 50 – за активность и 30 студент получает на зачете или на экзамене.

Всего по дисциплине предусмотрено два модуля. Для расчета баллов, полученных студентом за модуль и итогового рейтинга с учетом трудоемкости дисциплины, включенной в учебный план, показатели (по посещению, активности, рубежного контроля) перемножаются на соответствующие коэффициенты. Данные коэффициенты определяются отдельно для каждого модуля следующим образом: Коэффициент посещения -  $K_{\text{посещ.}} = 10 / N_{\text{зан.}}$

Коэффициент активности -  $K_{\text{актив.}} = 25 / N_{\text{актив.}}$  Где:

$N_{\text{зан.}}$  – количество занятий (пар) по дисциплине в данном модуле;

$N_{\text{актив.}}$  – максимальное количество баллов, которое может набрать студент на занятиях (практических, семинарских, лабораторных) в данном модуле + баллы, полученные на рубежном контроле.

Баллы, полученные студентами, заносятся в журнал БРС сразу после окончания занятия, во время которого эти баллы были получены.

Оценка на промежуточном контроле (экзамен) выставляется по результатам баллов, полученным студентом в сумме обоих модулей по следующей таблице

| Набранные студентом баллы | Оценка на промежуточном контроле, если дисциплина завершается экзаменом<br>(зачетом с оценкой) | Оценка на промежуточном контроле, если дисциплина завершается зачетом |
|---------------------------|--|---|
| от 0 до 50                | неудовлетворительно  | не зачтено  |
| от 51 до 65               | удовлетворительно  | зачтено   |
| от 66 до 79               | хорошо   |   |
| от 80 до 100              | отлично  |   |

Для процедуры оценивания используются тесты, контрольные работы.

Наиболее способным студентам преподаватель рекомендует специальную научную разработку отдельных тем и проблем курса в рамках работы кафедрального кружка студенческого научного общества с последующими выступлениями на ежегодных научных конференциях университета.

*Тестирование:* на практических занятиях реализуется **тестирование** студентов с целью контроля результатов их самостоятельной работы по усвоению основных понятий и тем курса.

***Оценка работы с тестовыми заданиями:***

0- 20 % правильных ответов оценивается как «неудовлетворительно»; 30-50% - «удовлетворительно»; 60-80% - «хорошо»; 80-100% – «отлично». ***Система оценки ответа студента на зачете:***

Оценка "незачтено" выставляется при незнании основных вопросов материала или при наличии грубых ошибок в ответах на них, неумении на основе теоретических знаний решать практические задачи.

Оценка "зачтено" выставляется при достаточно полном знании материала учебной программы, отсутствии существенных неточностей при его изложении и в ответах на вопросы, умении решать практические задачи.

***Система оценки ответа студента на экзамене:***

Оценка за каждый вопрос и итоговая оценка выставляется в 4-х бальной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно". При этом:

Оценка "отлично" выставляется при глубоком и всестороннем знании материала учебной программы, грамотном и логически стройном его изложении, умении на основе теоретических знаний решать практические задачи.

Оценка "хорошо" выставляется при твердом и достаточно полном знании материала учебной программы, отсутствии существенных неточностей при его изложении и в ответах на вопросы, умении решать практические задачи.

Оценка "удовлетворительно" выставляется при наличии неточностей в знании основного материала, при допущении ошибок при выполнении практических заданий.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется при незнании основных вопросов экзаменационного билета или наличии грубых ошибок в ответах на них, неумении на основе теоретических знаний решать практические задачи.

## **7.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации**

### **1. Семестр – 7; форма аттестации – экзамен.**

#### **2. Перечень вопросов к экзамену**

1. Принцип суперпозиции. Вектор состояния. Динамические переменные квантовой механики и самосопряжённые операторы.
2. Собственные значения и собственные функции самосопряженных операторов. Возможные значения наблюдаемых и их вероятность, среднее значение наблюдаемых.
3. Условия совместной измеримости динамических переменных. Полный набор динамических переменных.
4. Волновая функция. Операторы координат и импульса. Собственные функции оператора импульса. Операторы орбитального момента, их собственные функции и значения.
5. Уравнение Шрёдингера. Изменение во времени средних значений наблюдаемых. Законы сохранения и их связь со свойствами симметрии пространства-времени и внешнего поля.
6. Стационарное уравнение Шрёдингера. Стационарные состояния, их свойства.
7. Общие свойства одномерного движения микрочастицы. Задача о частице в потенциальной яме. Туннельный эффект.
8. Энергетический спектр квантового гармонического осциллятора.
9. Общие свойства движения в центрально-симметричном поле, законы сохранения. Собственные значения и собственные функции оператора орбитального момента. Радиальное уравнение Шрёдингера. Атом водорода, его энергетический спектр. Стационарные состояния атома водорода и их описание с помощью квантовых чисел.

10. Операторы спина. Волновая функция электрона с учетом спина.
11. Принцип тождественности частиц. Симметричные и антисимметричные волновые функции. Бозоны и фермионы, принцип Паули для фермионов. Связь спина со статистикой.
12. Атом гелия. Синглетные и триплетные состояния атома гелия. Обменная энергия.
13. Классификация состояний электронов в атоме. Периодическая система элементов.
14. Многоэлектронные атомы и молекулы.

### 3. Типовые экзаменационные билеты

#### Билет №1

1. Корпускулярно-волновой дуализм. Волны де Бройля. Длина волны де Бройля. Групповая скорость. Фазовая скорость. Группа волн.
2. Молекула водорода. Обменная энергия.
3. Задача.

#### Билет №2

1. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Принцип дополнительности Бора.
2. Атом гелия (качественный анализ).
3. Задача

#### Билет №3

1. Вероятностный характер законов микромира и поведения микрочастиц. Вероятность импульса микрочастицы.
2. Атом гелия (качественный анализ).
3. Задача

#### Билет №4

1. Статистические ансамбли микрочастиц. Чистые и смешанные состояния.
2. Обменная энергия.
3. Задача

#### Билет №5

1. Линейные самосопряженные операторы. Их свойства и действие над операторами.
2. Периодическая система элементов Менделеева. Построение электронных оболочек атомов.
3. Задача

Билет №6 1. Общая формула для среднего значения величины и для среднего квадратичного отклонения. Собственные функции и собственные значения операторов, и их физический смысл.

2. Валентность.
3. Задача

**3. Перечень компетенций и индикаторов их достижения, описание критериев оценивания компетенций представляются в таблице**

| Код и наименование компетенции, индикаторы достижения компетенции (ИДК)      | Уровни освоения компетенций   |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
|  | «отлично»   | «хорошо»  | «удовлетв.»   | «неудовл.»  |
|  | «зачтено»   |   |   | «не зачтено»  |
| УК-1 ПК-1<br>ИДК<br>ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3<br>УК-1.1<br>УК-1.2<br>УК-1.3 | Критерий 1.<br>Основательно знает теоретические основы постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) | Критерий 1.<br>В основном знает теоретические основы постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) | Критерий 1.<br>Знания о теоретических основах и исследовательских задачах в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) носят поверхностный, фрагментарный характер               | Знания отсутствуют.<br>Умения не сформированы.<br>Навыки отсутствуют. |
|  | Критерий 2.<br>Владеет навыками анализа условия задачи, нахождения рационального решения, оценки полученных результатов.  | Критерий 2.<br>В целом владеет навыками анализа условия задачи, нахождения рационального решения, оценки полученных результатов.                                      | Критерий 2.<br>навыками анализа условия задачи, нахождения рационального решения, оценки полученных результатов владеет на фрагментарном уровне, затрудняется в самостоятельном применении и объяснении |   |

|   |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
| УК-1 ПК-1<br><b>ИДК</b><br>ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3<br>УК-1.1 | Критерий 3.<br>Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования | Критерий 3.<br>В основном способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования | Критерий 3.<br>Способности использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования | Знания отсутствуют.<br>Умения не сформированы.<br>Навыки отсутствуют |
|---|---|--|--|--|

|                  |   |  |   |  |
|------------------|---|--|---|--|
| УК-1.2<br>УК-1.3 | Критерий 4.<br>Владеет основными методами доказательства  | Критерий 4.<br>В целом владеет основными методами доказательства   | Критерий 4.<br>Основными методами доказательства владеет на фрагментарном уровне  | Знания отсутствуют.<br>Умения не сформированы.<br>Навыки отсутствуют |
|                  | Критерий 5.<br>Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций | Критерий 5.<br>В основном способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций | Критерий 5.<br>Удовлетворительно способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций |  |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
|  | Критерий 6.<br>Владеет навыками формулирования задачи, выдвижения гипотезы решения, применения нужного метода для решения поставленной проблемы. | Критерий 6.<br>В целом владеет навыками формулирования задачи, выдвижения гипотезы решения, применения нужного метода для решения поставленной проблемы татов. | Критерий 6.<br>навыками формулирования задачи, выдвижения гипотезы решения, применения нужного метода для решения поставленной проблемы владеет на фрагментарном уровне, затрудняется в самостоятельном применении и объяснении |
|--|--|--|---|

|   |   |   |  |  |
|---|---|---|--|--|
| УК-1 ПК-1<br><b>ИДК</b><br>ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3<br>УК-1.1<br>УК-1.2<br>УК-1.3 | Критерий 7.<br>Основательно знает основные этапы развития предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и умеет соотносить с ее актуальными задачами и методами | Критерий 7.<br>В основном знает основные этапы развития предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) | Критерий 7.<br>Знания о основных этапах развития предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) носят поверхностный, фрагментарный характер | Знания отсутств уют.<br>Умения не сформированы.<br>Навыки отсутствуют. |
|   | Критерий 8.<br>Владеет терминологией, умеет рассуждать, выделить главное, делать выводы   | Критерий 8.<br>В целом владеет терминологией, умеет рассуждать, выделить главное, делать выводы                           | Критерий 8.<br>Рассуждать, выделить главное, делать выводы владеет на фрагментарном уровне, затрудняется в самостоятельном применении и объяснении             |  |

|   |   |   |  |   |
|---|---|---|--|---|
| УК-1 ПК-1<br><b>ИДК</b><br>ПК-1.1<br>ПК-1.2<br>ПК-1.3<br>УК-1.1<br>УК-1.2<br>УК-1.3 | Критерий 9.<br>Способен применить знания, умения и навыки в теоретической физике  | Критерий 9. В основном способен применить знания, умения и навыки в теоретической физике  | Критерий 9.<br>Удовлетворительно способен применить знания, умения и навыки в теоретической физике   | Знания отсутствуют.<br>Умения не сформированы.<br>Навыки отсутствуют. |
|   | Критерий 10.<br>Владеет основными методами анализа физической ситуации; приемами решения задач теоретической физики; физической терминологией | Критерий 10.<br>В целом владеет основными методами анализа физической ситуации; приемами решения задач теоретической физики; физической терминологией | Критерий 10.<br>Основными методами анализа физической ситуации; приемами решения задач теоретической физики; физической терминологией; владеет на фрагментарном уровне, затрудняется в самостоятельном применении и объяснении |   |

### Критерии оценки НА ЭКЗАМЕНЕ

| Оценка по промежуточной аттестации | Характеристика уровня освоения дисциплины  |
|------------------------------------|--|
| «зачтено» / «отлично»              | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на итоговом уровне, обнаруживает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, умеет свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. |
| «зачтено» / «хорошо»               | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на среднем уровне: основные знания, умения освоены, но допускаются несущественные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.  |

|   |   |
|---|---|
| «зачтено» /<br>«удовлетворительно»      | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на базовом уровне: в ходе контрольных мероприятий допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков по некоторым дисциплинарным компетенциям, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |
| «не зачтено» /<br>«неудовлетворительно» | Студент демонстрирует сформированность дисциплинарных компетенций на уровне ниже базового, проявляется недостаточность знаний, умений, навыков.   |
| «не зачтено» /<br>«неудовлетворительно» | Дисциплинарные компетенции не сформированы. Проявляется полное или практически полное отсутствие знаний, умений, навыков.   |

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **8.1. Перечень основной учебной литературы**

1. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. - СПб: Лань, 2004.
2. Демидович Б.П. Математические основы квантовой механики. - Спб.: Лань, 2005. 200 с.
3. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика. В 10 т. Т. 3. Квантовая механика (нерелятивистская теория) / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. - М.: Физматлит, 2016. - 800 с.
4. Савельев, И.В. Основы теоретической физики в 2 т. Т. 2. Квантовая механика / И.В. Савельев. - СПб.: Лань, 2016. - 432 с.
5. Фейнман, Р. Фейнмановские лекции по физике. Вып.8, 9: Квантовая механика / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М Сэндс. - М.: КД Либроком, 2013. - 528 с.

### **8.2. Перечень дополнительной учебной литературы**

1. Байков, Ю.А. Квантовая механика: Учебное пособие / Ю.А. Байков. - М.: Бином. ЛЗ, 2013. - 291 с.
2. Гааз, А. Волны материи и квантовая механика. Пер. с нем. / А. Гааз. - М.: КД Либроком, 2019. - 166 с.
3. Гольдин Л.Л. Квантовая физика. -М.: ИКИ, 2002. -496 с.
4. Горбачевич, А.К. Квантовая механика в общей теории относительности: Основные принципы и элементарные приложения / А.К. Горбачевич. - М.: КД Либроком, 2013. - 160 с.
5. Иродов И.Е. Квантовая физика: основные законы. -М.: Лаборатория базовых знаний, 2001. -272 с.

### **8.3. Перечень Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. ЭБС IPRbooks;
2. Сетевая электронная библиотека. ЭБС «Лань»;
3. База данных издательства «Elsevier»;
4. База данных издательства «Springer»;
5. Национальная электронная библиотека (НЭБ)

**8.4. Перечень информационных технологий и программного обеспечения** Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходимо использование следующего лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

1. Электронная библиотека курса, конспекты лекций, задания для практических занятий и самостоятельной работы, варианты тестовых заданий для проверки текущих и остаточных знаний студентов, варианты заданий для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся
2. Компьютерное и мультимедийное оборудование ДГПУ.
3. Операционные системы Windows 7, 10.
4. MS Office 2007/2010.
5. Архиваторы: WinRar, WinZip
6. Антивирусные средства: Kaspersky
7. Программы для работы с изображением: AcrobatReader
8. Программы для работы с Internet и электронной почтой: Opera, Microsoft Internet Explorer, Google chrome, Mozilla Firefox

### **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине имеются аудитории, оснащенные всей необходимой мебелью, приборами и инвентарем. Для отдельных занятий аудитории оснащены проектором, ноутбуком и интерактивным экраном для демонстрации слайдов. На факультете имеется технопарк «Универсальных педагогических компетенций» с лабораторией Физика.

### **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Приступая к изучению дисциплины, обучающимся целесообразно ознакомиться с ее рабочей программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке университета, а также с предлагаемым перечнем заданий.

#### ***Рекомендации по подготовке к аудиторным занятиям Лекционные занятия***

Умение сосредоточенно слушать лекции, активно воспринимать излагаемые сведения – это важнейшее условие освоения данной дисциплины. Каждая из лекций сопровождается компьютерной презентацией. Кроме того, в конце каждой лекции с целью

создания условий для осмысления содержания лекционного материала обучающимся предлагается ответить на вопрос для размышления. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить материал. Поэтому в ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращая внимание на самое важное и существенное в нем. Имеет смысл оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, замечания, дополнения. Целесообразно разработать собственную "маркографию" (значки, символы), сокращения слов.

### ***Практические занятия***

В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом важно учитывать рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Важно также опираться на конспекты лекций. В ходе занятия важно внимательно слушать выступления своих однокурсников. При необходимости задавать им уточняющие вопросы, активно участвовать в обсуждении изучаемых вопросов. В ходе своего выступления целесообразно использовать как технические средства обучения, так и традиционные, то есть доску и мел (при необходимости).

### ***Организация внеаудиторной деятельности обучающихся***

Внеаудиторная деятельность обучающегося по данной дисциплине предполагает самостоятельный поиск информации, необходимой, во-первых, для выполнения заданий самостоятельной работы (инвариантной и вариативной частей) и, во-вторых, подготовку к текущей и промежуточной аттестации. Успешная организация времени по усвоению данной дисциплины во многом зависит от наличия у обучающегося умения самоорганизовать себя и своё время для выполнения предложенных домашних заданий.

### ***Подготовка к экзамену***

В процессе подготовки к экзамену обучающемуся рекомендуется так организовать свою учебу, чтобы все виды работ и заданий, предусмотренные рабочей программой, были выполнены в срок. Основное в подготовке к экзамену - это повторение всего материала учебной дисциплины в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, заданий, которые выносятся на зачет и содержащихся в данной программе. В дни подготовки необходимо избегать чрезмерной перегрузки умственной работой, чередуя труд и отдых. При подготовке к экзамену старайтесь весь объем работы распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к экзамену, контролировать каждый день выполнения работы.

## **11. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Под специальными условиями для получения образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья понимаются условия обучения, воспитания и развития таких студентов, включающие в себя использование при необходимости адаптированных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего необходимую помощь,

проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания вуза и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающихся с ограниченными возможностями здоровья.

Обучение в рамках учебной дисциплины обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение по учебной дисциплине обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

В целях доступности обучения по дисциплине обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта института в сети «Интернет» для слабовидящих;
- весь необходимый для изучения материал, согласно учебному плану (в том числе, для обучающихся по индивидуальным учебным планам) предоставляется в электронном виде на диске.
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение возможности выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию института.

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- наличие микрофонов и звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования (аудиоколонки);

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений).

Перед началом обучения могут проводиться консультативные занятия, позволяющие студентам с ограниченными возможностями адаптироваться к учебному процессу.

В процессе ведения учебной дисциплины профессорско-преподавательскому составу рекомендуется использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи обучающимся с ограниченными возможностями здоровья в установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающимися, создании комфортного психологического климата в учебной группе.

Особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и другое). При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

### Б1.О.07 ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ «ФИЗИКА» Б1.О.07.03.03 «КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА»

**1. Целью освоения дисциплины** является формирование базовой профессиональной подготовки в области физики, формирование целостных представлений о современной физической картине мира и компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО, овладение основами физики как фундаментальной науки.

#### **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина **Б1.О.07.03.03 «Квантовая механика»** относится к **обязательной части** и Модулю «Физика» учебного плана (основной профессиональной образовательной программы) подготовки бакалавров по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) профили «Физика» и «Математика».

#### **3. Требования к результатам освоения дисциплины(модуля):**

| <b>Код компетенции</b> | <b>Содержание компетенции</b>   | <b>Индикаторы достижения компетенций</b>   |
|------------------------|---|--|
| УК-1                   | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач                | УК-1.1. Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение.<br>УК-1.2. Применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности.<br>УК-1.3. Анализирует источники информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений. |
| ПК-1                   | Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач | ПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета).<br>ПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО.<br>ПК-1.3. Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные                    |

**4. Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 зачетные единицы (144 часа).**

**5. Семестр: 7**

**6. Основные разделы дисциплины (модуля):** Основные положения и математический аппарат квантовой теории. Динамические уравнения и законы сохранения. Одномерные квантово-механические задачи. Движение частиц в центрально – симметричном поле. Собственные механический и магнитный моменты электрона (спин). Системы тождественных частиц. Многоэлектронные атомы. Молекулы. Приближенные методы квантовой механики. Элементы теории излучения.

**7. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации: экзамен**

**8. Автор:**

*Абдурашидова А.А.*, старший преподаватель кафедры физики и методики преподавания, к.т.н.