



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО  
решением ученого совета ИАТЭ  
протокол №9 от 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор института

Теплоэнергетики

\_\_\_\_\_ Чичирова Н.Д.

«21» июня 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Квантовая механика и основы теории относительности

Специальность

14.04.02.Атомные станции: проектирование,  
эксплуатация и инжиниринг

Квалификация

специалист

г. Казань, 2021

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг (уровень специалитет) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 №154)

Программу разработал(и):

профессор, к.ф.-м.н.

Зуева Ольга Стефановна

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры-разработчика «Физика», протокол № 14 от 15.06.21

Программа рассмотрена и одобрена на заседании выпускающей кафедры Атомные и тепловые электрические станции, протокол №21-20/21 от 18.06.2021г.

Зав. кафедрой

Н.Д. Чичирова

Программа одобрена на заседании методического совета института Теплоэнергетики, протокол № 05/21 от 21.06.2021 г.

Зам. директора института Теплоэнергетики

/ С.М. Власов /

Программа принята решением Ученого совета института Теплоэнергетики, протокол № 05/21 от 21.06.2021 г.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью изучения дисциплины "Квантовая механика и основы теории относительности" является создание у студентов систематизированных знаний о фундаментальных принципах квантовой механики и специальной теории относительности, формирование умений пользования методами квантовой механики в исследовательской практике, приобретение практических навыков решения задач по квантовой механике.

Задачами дисциплины являются:

изучение фундаментальных принципов квантовой механики и основных концепций специальной теории относительности;

овладение методами и математическим аппаратом квантовой механики;

овладение приемами и методами решения конкретных квантово-механических и релятивистских задач из различных областей физики;

формирование умений пользования методами квантовой физики в исследовательской практике.

Компетенции, формируемые у обучающихся, запланированные результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

| Код и наименование компетенции                                                                                                    | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                         | Запланированные результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Общепрофессиональные компетенции (ПК)                                                                                             |                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| ОПК – 1.6<br>демонстрирует знание элементарных основ базовых знаний естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности | ОПК-1.6<br>Способность демонстрировать знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики | <i>Знать:</i> базовые законы естественнонаучных дисциплин, элементарные основы оптики, квантовой механики и атомной физики (З1)<br><br><i>Уметь:</i> использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин, применять физические законы оптики, квантовой механики и атомной физики для решения типовых задач. (У1)<br><br><i>Владеть:</i> физическими законами оптики, квантовой механики и атомной физики (В1) |

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.32 относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП ВО по специальности 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг со специализацией – Проектирование и эксплуатация атомных станций.

| Код компетенции  | Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. | Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.        |
|------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| ОПК-1.5, ОПК-1.6 | Физика                                                 |                                                            |
| ОПК-1.7          | Основы ядерной энергетики                              |                                                            |
| ОПК-1.5, ОПК-1.6 | Теория переноса нейтронов                              |                                                            |
| ОПК-1.5, ОПК-1.6 | Ядерная физика                                         |                                                            |
| ОПК-1.3, ОПК-1.5 | Статистическая физика                                  |                                                            |
| ОПК-1.6 ОПК-1.7  | Физика ядерных реакторов                               |                                                            |
| ОПК-1.16         |                                                        | Контроль и управление ядерными энергетическими установками |
| ОПК-1.15         |                                                        | Нейтронно – физические реакторные измерения                |

Дисциплина "Квантовая механика и основы теории относительности" относится к обязательной части базового модуля, изучается в седьмом семестре.

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Структура дисциплины:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (ЗЕ), всего 108 часов, из которых 47 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа 24 час., практические занятия 16 час., самостоятельная работа обучающегося 68 часов.

| Вид учебной работы                                            | Всего ЗЕ | Всего часов | Семестр |
|---------------------------------------------------------------|----------|-------------|---------|
|                                                               |          |             | 7       |
| <b>ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ<sup>1</sup></b>              | 3        | 108         | 108     |
| КОНТАКТНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ, в том числе: |          | 47          | 47      |
| Лекции (Лек)                                                  |          | 24          | 24      |
| Практические (семинарские) занятия (Пр)                       |          | 16          | 16      |

|                                                         |  |    |    |
|---------------------------------------------------------|--|----|----|
| Лабораторные работы (Лаб)                               |  |    |    |
| Групповые консультации                                  |  |    |    |
| Индивидуальные консультации                             |  |    |    |
| Сдача экзамена / зачета с оценкой (КПА)                 |  |    |    |
| САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ (СРС), в том числе: |  | 68 | 68 |
| Подготовка к промежуточной аттестации в форме:          |  |    |    |
| ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ                          |  | 3  | 3  |

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

| Разделы дисциплины                                                                      | Семестр | Распределение трудоемкости (в часах) по видам учебной работы, включая СРС |                      |                        |                                         |                                       |                         |       | Формируемые результаты обучения (знания, умения, навыки) | Литература                   | Формы текущего контроля успеваемости | Формы промежуточной аттестации | Максимальное количество баллов по балльно – рейтинговой системе |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------|----------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                                                                                         |         | Занятия лекционного типа                                                  | Практические занятия | Групповые консультации | Самостоятельная работа студента, в т.ч. | подготовка к промежуточной аттестации | Сдача зачета / экзамена | Итого |                                                          |                              |                                      |                                |                                                                 |
| 1                                                                                       | 2       | 3                                                                         | 4                    | 6                      | 7                                       | 8                                     | 9                       | 10    | 11                                                       | 12                           | 13                                   | 14                             | 15                                                              |
| Раздел 1. Элементы специальной теории относительности                                   | 7       | 4                                                                         | 2                    |                        | 10                                      |                                       |                         | 16    | 31, У1                                                   | Л1.1<br>Л1.2<br>Л2.1         | Устный опрос                         | Зачет                          | 23                                                              |
| Раздел 2. Квантовые свойства излучения. Волновые свойства частиц. Понятие об операторах | 7       | 4                                                                         | 2                    |                        | 20                                      |                                       |                         | 26    | У1, 31. В1                                               | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л2.1 | Устный опрос                         | Зачет                          | 27                                                              |

|                                                   |          |           |           |  |           |  |            |               |                              |              |          |            |
|---------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|--|-----------|--|------------|---------------|------------------------------|--------------|----------|------------|
| Раздел 3.<br>Основы<br>квантовой<br>механики, ч.1 | 7        | 8         | 6         |  | 20        |  | 34         | У1, В1        | Л1.1<br>Л1.2<br>Л1.3<br>Л2.1 | Устный опрос | зачет    | 25         |
| Раздел 4.<br>Основы<br>квантовой<br>механики, ч.2 | 7        | 8         | 6         |  | 18        |  | 32         | У1, 31.<br>В1 |                              |              |          | 25         |
| <b>ИТОГО</b>                                      | <b>7</b> | <b>24</b> | <b>16</b> |  | <b>68</b> |  | <b>108</b> |               |                              |              | <b>3</b> | <b>100</b> |

### 3.3. Тематический план лекционных занятий

| № раздела<br>дисциплины | Темы лекционных занятий                                                                                                                                                                                                                                           | Трудовые<br>мощности,<br>час. |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1                       | Критика классических представлений о пространстве и времени. Постулаты специальной теории относительности. Относительность одновременности и релятивистские эффекты (замедление времени и сокращение длин).                                                       | 2                             |
| 2                       | Преобразования Лоренца, релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистские инварианты. Алгебра четырехмерных векторов                                                                                                                                        | 2                             |
| 3                       | Корпускулярно-волновой дуализм явлений микромира, квантовые свойства излучения, волновые свойства частиц. Постулаты квантовой механики. Принцип неопределенности Гейзенберга                                                                                      | 2                             |
| 4                       | Уравнение Шредингера. Волновые функции. Статистическая интерпретация волновой функции. Принцип причинности в квантовой механике. Уравнение Шредингера для стационарного состояния                                                                                 | 2                             |
| 5                       | Понятие оператора. Свойства линейных операторов. Сопоставление операторов физическим величинам в квантовой механике. Принцип суперпозиции состояний и линейность операторов в квантовой механике. Собственные значения и собственные функции эрмитовых операторов | 2                             |
| 6                       | Средние значения физических величин. Принцип соответствия. Операторы координаты и импульса микрочастицы. Коммутация операторов. Условие совместной определенности физических величин                                                                              | 2                             |
| 7                       | Законы сохранения в квантовой механике и их связь со свойствами симметрии пространства и времени. Обобщение уравнения Гамильтона-Якоби в квантовой механике.                                                                                                      | 2                             |
| 8                       | Квантовые системы в одном измерении (конечный и бесконечный потенциальный барьер, конечная и бесконечная потенциальная яма). Квантовые эффекты.                                                                                                                   | 2                             |

|              |                                                                                                                                                                             |           |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 9            | Квантование энергии. Линейный гармонический осциллятор                                                                                                                      |           |
| 10           | Квантование момента импульса. Собственные функции операторов проекций момента импульса и квадрата момента импульса. Движение в центрально-симметричном поле                 | 2         |
| 11           | Атом водорода. Энергетический спектр водородоподобного атома. Радиальные волновые функции стационарных состояний водородоподобного атома и радиальная плотность вероятности | 2         |
| 12           | Теория стационарных и нестационарных возмущений                                                                                                                             | 2         |
| <b>Всего</b> |                                                                                                                                                                             | <b>24</b> |

### 3.4. Тематический план практических занятий

| № занятия    | № раздела | Тема занятия                                          | Объем, часы |
|--------------|-----------|-------------------------------------------------------|-------------|
| 1.           | 1         | Основы специальной теории относительности             | 2           |
| 2.           | 2         | Волны де Бройля. Дисперсия электронов                 | 2           |
| 3.           | 2         | Соотношение неопределенностей Гейзенберга             | 2           |
| 4.           | 2         | Уравнение Шредингера.                                 | 2           |
| 5.           | 3         | Квантово-механические операторы координаты и импульса | 2           |
| 6.           | 3         | Средние значения и вероятности                        | 2           |
| 7.           | 4         | Квантование момента импульса.                         | 2           |
| 8.           | 4         | Атом водорода                                         | 2           |
| <b>Всего</b> |           |                                                       | <b>16</b>   |

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

### 3.6. Самостоятельная работа студента

| Номер раздела дисциплины | Вид СРС                                                                                                                           | Содержание СРС                                                                                | Трудоемкость, час. |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1                        | Подготовка к практическим занятиям. Работа с конспектами лекций. Работа с учебно-методической литературой, электронными ресурсами | Алгебра четырехмерных векторов                                                                | 12                 |
| 2                        | Работа с конспектами лекций Работа с учебно-методической литературой, электронными ресурсами. Подготовка к практическим занятиям  | Свойства линейных операторов. Собственные значения и собственные функции эрмитовых операторов | 21                 |
| 3                        | Работа с учебно-методической литературой,                                                                                         | Принцип соответствия. Эволюция состояний                                                      | 17                 |

|              |                                                                                                                                  |                                         |           |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|
|              | электронными ресурсами<br>Подготовка к практическим занятиям                                                                     | квантовых систем во времени             |           |
| 4            | Подготовка к практическим занятиям. Работа с конспектами лекций Работа с учебно-методической литературой, электронными ресурсами | Движение в центрально-симметричном поле | 18        |
| <b>Всего</b> |                                                                                                                                  |                                         | <b>68</b> |

#### 4. Образовательные технологии

При проведении учебных занятий по дисциплине "Квантовая механика и основы теории относительности" используются традиционные образовательные технологии (*лекции в сочетании с практическими занятиями, самостоятельное изучение определённых разделов*) и современные образовательные технологии, направленные на обеспечение развития у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств: *(выбрать нужное) интерактивные лекции, групповые дискуссии, проблемное обучение, анализ ситуаций и имитационных моделей, работа в команде, обучение на основе опыта, индивидуальное обучение, междисциплинарное обучение, преподавание дисциплины на основе результатов научных исследований.*

#### 5. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, включает: *индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный); контрольные работы; защиты письменных домашних заданий, проведение тестирования (письменное или компьютерное), контроль самостоятельной работы обучающихся (в письменной или устной форме).*

Итоговой оценкой результатов освоения дисциплины является оценка, выставленная во время промежуточной аттестации обучающегося (*зачет/ экзамен*) с учетом результатов текущего контроля успеваемости. Промежуточная аттестация в форме *зачета* проводится *письменно и устно по билетам, в виде тестирования, др.*

Обобщенные критерии и шкала оценивания уровня сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) по итогам освоения дисциплины:

| Планируемые результаты обучения                                                 | Обобщенные критерии и шкала оценивания результатов обучения <sup>2</sup>                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                 | неудовлетворительно                                                                                                                                | удовлетворительно                                                                                                                                                                                                                                         | хорошо                                                                                                                                                                                                | отлично                                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                 | не зачтено                                                                                                                                         | зачтено                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                           |
| Полнота знаний                                                                  | <i>Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки</i>                                                                       | <i>Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок</i>                                                                                                                                                                            | <i>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок</i>                                                                                                      | <i>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок</i>                                                                                                                          |
| Наличие умений                                                                  | <i>При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки</i>                                              | <i>Продemonстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме</i>                                                                                                                       | <i>Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами</i>                                      | <i>Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме</i>                                                  |
| Наличие навыков (владение опытом)                                               | <i>При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имеют место грубые ошибки</i>                                               | <i>Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами</i>                                                                                                                                                            | <i>Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами</i>                                                                                                        | <i>Продemonстрированы навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов</i>                                                                                                                     |
| Характеристика сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции) | <i>Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач</i> | <i>Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач</i> | <i>Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач</i> | <i>Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач</i> |
| Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения)                    | Низкий                                                                                                                                             | Ниже среднего                                                                                                                                                                                                                                             | Средний                                                                                                                                                                                               | Высокий                                                                                                                                                                                                   |

# Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

| Код компетенции | Код индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                   | Уровень сформированности компетенции (индикатора достижения компетенции)                                             |                                                                                                                     |                                                                                                              |                                                                                                                           |
|-----------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                       |                                                                                                                                                                                                                     | Высокий                                                                                                              | Средний                                                                                                             | Ниже среднего                                                                                                | Низкий                                                                                                                    |
|                 |                                       |                                                                                                                                                                                                                     | Шкала оценивания                                                                                                     |                                                                                                                     |                                                                                                              |                                                                                                                           |
|                 |                                       |                                                                                                                                                                                                                     | отлично                                                                                                              | хорошо                                                                                                              | удовлетворительно                                                                                            | неудовлетворительно                                                                                                       |
|                 |                                       |                                                                                                                                                                                                                     | зачтено                                                                                                              |                                                                                                                     |                                                                                                              | не зачтено                                                                                                                |
| ОПК-1.6         | ОПК 1.6                               | Знать:                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                      |                                                                                                                     |                                                                                                              |                                                                                                                           |
|                 |                                       | сущность методов специальной теории относительности и квантовой механики; представляет сущность квантово-механических расчетов атомных систем (31)                                                                  | Студент глубоко освоил проблему, свободно владеет понятиями, делает выводы и обобщения .                             | Студент твердо усвоил тему и грамотно излагает ее, не допускает существенных неточностей, делает выводы и обобщения | Допускает несущественные неточности, затрудняется в формулировании выводов и обобщений                       | Не владеет полными аппаратом, допускает существенные ошибки при рассмотрении проблемы, не формулирует выводов и обобщений |
|                 |                                       | Уметь:                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                      |                                                                                                                     |                                                                                                              |                                                                                                                           |
|                 |                                       | учитывать возможные релятивистские эффекты; применять аппарат алгебры линейных операторов для описания квантово-механических систем, выполнять расчеты атомных систем на примере квантово-механических моделей (У1) | Студент глубоко освоил проблему, свободно применяет рассмотренный математический аппарат, делает выводы и обобщения. | уверенно применяет рассмотренный математический аппарат, делает выводы и обобщения с небольшим недочетами           | неуверенно применяет рассмотренный математический аппарат, делает выводы и обобщения с недочетами и ошибками | Не умеет применять рассмотренный математический аппарат                                                                   |

|  |  |                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                    |                                                                                                                         |                                                                                          |                                                                                  |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | Владеть:                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                    |                                                                                                                         |                                                                                          |                                                                                  |
|  |  | анализом поведения квантово-механических систем на примере распространённых моделей (потенциальные ямы, барьеры, квантовый осциллятор и т.д.); расчетом вероятностей квантово-механических процессов (B2) | Глубоко освоил рассмотренный материал и может провести анализ поведения систем на примере распространенных моделей | уверенно владеет навыками анализа поведения систем на примере распространенных моделей, но делает небольшие погрешности | неуверенно владеет навыками анализа поведения систем на примере распространенных моделей | Не владеет навыками анализа поведения систем на примере распространенных моделей |

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины. Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

| № п/п | Автор(ы)       | Наименование                                                | Вид издания (учебник, учебное пособие, др.) | Место издания, издательство | Год издания | Адрес электронного ресурса                                                        | Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ |
|-------|----------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1     | Ивлиев А.Д.    | Физика                                                      | Учебное пособие                             | Санкт-Петербург, Лань       | 2021        | <a href="https://e.lanbook.com/book/167746">https://e.lanbook.com/book/167746</a> | Электронный ресурс                   |
| 2     | Блохинцев Д.И. | Основы квантовой механики                                   | Учебное пособие                             | Санкт-Петербург, Лань       | 2021        | <a href="https://e.lanbook.com/book/167719">https://e.lanbook.com/book/167719</a> | Электронный ресурс                   |
| 3     | Савельев И.В.  | Основы теоретической физики (в 2 т) Т.2. Квантовая механика | Учебник                                     | Санкт-Петербург, Лань       | 2021        | <a href="https://e.lanbook.com/book/169151">https://e.lanbook.com/book/169151</a> | Электронный ресурс                   |

## Дополнительная литература

| № п/п | Автор(ы)                 | Наименование                            | Вид издания (учебник, учебное пособие, др.) | Место издания, издательство | Год издания | Адрес электронного ресурса                                                                                                | Кол-во экземпляров в библиотеке КГЭУ |
|-------|--------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1     | Митин А.В., Зуева О.С.   | Введение в квантовую механику. Часть 1. | Учебное пособие                             | Москва, МЭИ                 | 1996        | –                                                                                                                         | 47                                   |
| 2     | Трофимова Т.И.           | Курс Физики                             | Учебное пособие                             | М.: Высшая школа            | 2001        | –                                                                                                                         | 49                                   |
| 3     | Матухин В.Л., Шмидт Е.В. | Основы квантовой механики               | Учебное пособие                             | Казань, КГЭУ                | 2017        | <a href="https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html 00009013">https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html 00009013</a> | Электронный ресурс                   |
| 3     | Матухин В.Л., Шмидт Е.В. | Основы квантовой механики               | Задачник                                    | Казань, КГЭУ                | 2017        | <a href="https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html">https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html</a>                   | Электронный ресурс                   |

## 6.2. Информационное обеспечение

### 6.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

| № п/п | Наименование электронных и интернет-ресурсов   | Ссылка                                                        |
|-------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1     | Электронно-библиотечная система «Лань»         | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>   |
| 2     | Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»    | <a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>           |
| 3     | Электронно-библиотечная система «book.ru»      | <a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>       |
| 4     | Энциклопедии, словари, справочники             | <a href="http://www.rubricon.com">http://www.rubricon.com</a> |
| 5     | Портал "Открытое образование"                  | <a href="http://npoed.ru">http://npoed.ru</a>                 |
| 6     | Единое окно доступа к образовательным ресурсам | <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>       |

### 6.2.2. Профессиональные базы данных

| № п/п | Наименование профессиональных баз данных       | Адрес                                                     | Режим доступа  |
|-------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------|
| 1     | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU     | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>       | По регистрации |
| 2     | Справочная правовая система «Консультант Плюс» | <a href="http://consultant.ru">http://consultant.ru</a>   | По регистрации |
| 3     | Техническая библиотека                         | <a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a> | По регистрации |

### 6.2.3. Информационно-справочные системы

| № п/п | Наименование информационно-справочных систем                        | Адрес                                                                     | Режим Доступа  |
|-------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1     | Научная электронная библиотека                                      | <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>                       | По регистрации |
| 2     | Российская государственная библиотека                               | <a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>                         | По регистрации |
| 3     | Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH       | <a href="http://www.zbmath.org">http://www.zbmath.org</a>                 | По регистрации |
| 4     | Международная реферативная база данных научных изданий Springerlink | <a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a>           | По регистрации |
| 5     | Образовательный портал                                              | <a href="http://www.ucheба.com">http://www.ucheба.com</a>                 | По регистрации |
| 6     | ЭБС «Консультант студента»                                          | <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a> | По регистрации |

### 6.2.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

| Наименование программного обеспечения                               | Описание                                                                    | Реквизиты подтверждающих документов                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Windows 7 Профессиональная (Starter)                                | Пользовательская операционная система                                       | №2011.25486 от 28.11.2011                                                                               |
| Exchange Standard CAL 2013 Russian OLP NL AcademicEditionDevice CAL | Требуются для каждого пользователя или устройства                           | ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2014.0310 от 05.11.2014                                                            |
| Браузер Chrome                                                      | Система поиска информации в сети интернет (включая русскоязычный интернет). | <a href="https://www.google.com/intl/ru/chrome/">https://www.google.com/intl/ru/chrome/</a>             |
| LMS Moodle                                                          | Современное программное обеспечение                                         | <a href="https://download.moodle.org/releases/latest/">https://download.moodle.org/releases/latest/</a> |

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| № п/п | Вид учебной работы   | Наименование специальных помещений и помещений для СРС                                                                                 | Оснащенность специальных помещений и помещений для СРС                                                                             |
|-------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Лекционные занятия   | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа                                                                              | 30 посадочных мест, моноблок (9 шт), комплект интерактивный (проектор, доска интерактивная) (1 шт), лабораторный стенд МЗТА (8 шт) |
| 2     | Практические занятия | Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной | 24 посадочных места, доска аудиторная, компьютер в комплекте с монитором                                                           |

|   |                                     |                                         |                                                                                                                                                                                                    |
|---|-------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                     | аттестации                              |                                                                                                                                                                                                    |
|   |                                     | Компьютерный класс с выходом в Интернет | Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др., лицензионное программное обеспечение                                 |
| 3 | Самостоятельная работа обучающегося | Компьютерный класс с выходом в Интернет | Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение |
|   |                                     | Читальный зал библиотеки                | Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, мультимедийный проектор, экран, программное обеспечение                            |

## 8. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www/kgeu.ru](http://www/kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;

- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;

- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;

- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), totalmente озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;

- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **9. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует фор-мированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным,

религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;
- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;
- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;
- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;
- формирование эстетической картины мира;
- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;
- формирование умения получать знания;
- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

## Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

| №<br>п/п | № раздела внесения<br>изменений | Дата внесения<br>изменений | Содержание изменений                                          | «Согласовано»<br>Зав. каф.<br>реализующей<br>дисциплину | «Согласовано»<br>председатель УМК<br>института<br>(факультета), в состав<br>которого входит<br>выпускающая |
|----------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 2                               | 3                          | 4                                                             | 5                                                       | 6                                                                                                          |
| 1        | 3.1                             | 16.04.2024                 | Структуру дисциплины<br>читать в новой редакции<br>(см. ниже) | Н.Д.<br>Чичирова                                        | С.О.<br>Гапоненко                                                                                          |
| 2        |                                 |                            |                                                               |                                                         |                                                                                                            |
| 3        |                                 |                            |                                                               |                                                         |                                                                                                            |

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

| Вид учебной работы                    | Всего ЗЕ | Всего<br>часов | Семестр(ы) |
|---------------------------------------|----------|----------------|------------|
|                                       |          |                | 7          |
| ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ         | 3        | 108            | 108        |
| КОНТАКТНАЯ РАБОТА*                    |          | 41             | 41         |
| АУДИТОРНАЯ РАБОТА                     |          | 40             | 40         |
| Лекции                                |          | 24             | 24         |
| Практические (семинарские) занятия    |          | 16             | 16         |
| Лабораторные работы                   |          |                |            |
| САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ   |          | 68             | 68         |
| Проработка учебного материала         |          | 7              | 7          |
| Курсовой проект                       |          |                |            |
| Курсовая работа                       |          |                |            |
| Подготовка к промежуточной аттестации |          |                |            |
|                                       |          |                | 3          |
|                                       |          |                | -          |

### Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год

| №<br>п/п | № раздела внесения<br>изменений | Дата внесения<br>изменений | Содержание изменений                                                                                                                                    | «Согласовано»<br>Зав. каф.<br>реализующей<br>дисциплину | «Согласовано»<br>председатель УМК<br>института<br>(факультета), в состав<br>которого входит<br>выпускающая |
|----------|---------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 2                               | 3                          | 4                                                                                                                                                       | 5                                                       | 6                                                                                                          |
| 1        |                                 | 10.03.2025                 | Данная РПД актуальна<br>для всей специальности<br>14.05.02 «Атомные<br>станции: проектирование,<br>эксплуатация и<br>инжиниринг» (все<br>специализации) | Н.Д.<br>Чичирова                                        | С.О.<br>Гапоненко                                                                                          |



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное**

**учреждение высшего образования**

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**по дисциплине**

---

Квантовая механика и основы теории относительности

---

Специальность

Атомные станции: проектирование, эксплуатация и  
инжиниринг

Квалификация

специалист

Оценочные материалы по дисциплине «Квантовая механика и основы теории относительности» - комплект контрольно-измерительных материалов, предназначенных для оценивания результатов обучения на соответствие индикаторам достижения компетенции ОПК - 1.6 - способность демонстрировать знание элементарных основ базовых знаний естественно-научных дисциплин в профессиональной деятельности.

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости, проводимого по балльно-рейтинговой системе (БРС), и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание процесса обучения по дисциплине. При текущем контроле успеваемости используются следующие оценочные средства: индивидуальный и (или) групповой опрос (устно или письменно); защиты письменных домашних заданий; тестирование (письменно или с использованием компьютера); контроль выполнения самостоятельной работы обучающихся (письменно или устно).

Промежуточная аттестация имеет целью определить уровень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за семестр 7. Форма промежуточной аттестации зачет.

Оценочные материалы включают задания для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся, разработанные в соответствии с рабочей программой дисциплины.

## 1. Технологическая карта

### Семестр 7

| Номер<br>раздела/<br>а/<br>темы<br>дисциплин<br>ы | Вид СРС                                                                   | Наименование<br>оценочного<br>средства  | Код<br>индикатора<br>достижения<br>компетенций | Уровень освоения дисциплины, баллы |                  |         |         |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------|------------------|---------|---------|
|                                                   |                                                                           |                                         |                                                | неудов-но                          | удов-но          | хорошо  | отлично |
|                                                   |                                                                           |                                         |                                                | не зачтено                         | зачтено          |         |         |
|                                                   |                                                                           |                                         |                                                | низкий                             | ниже<br>среднего | средний | высокий |
| Текущий контроль успеваемости                     |                                                                           |                                         |                                                |                                    |                  |         |         |
| 1                                                 | Изучение<br>теоретического<br>материала,<br>подготовка к<br>практическому | Устный<br>опрос,<br>защита<br>реферата, | ОПК-1.6<br>31, У1                              | Менее 10                           | 10-16            | 16-18   | 18-23   |

|              |                                                                       |                               |                       |          |       |       |        |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------|-------|-------|--------|
|              | занятию                                                               |                               |                       |          |       |       |        |
| 2            | Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию | Устный опрос, защита реферата | ОПК-1.6<br>31. У1. В1 | Менее 15 | 15-19 | 20-23 | 23-27  |
| 3            | Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию | Устный опрос, защита реферата | ОПК-1.6<br>У1, В1     | Менее 15 | 15-17 | 17-22 | 22-25  |
| 4            | Изучение теоретического материала, подготовка к практическому занятию | Устный опрос, защита реферата | ОПК-1.6<br>31, В1, У1 | Менее 14 | 15-17 | 17-21 | 22-25  |
| Всего баллов |                                                                       |                               |                       | 0-54     | 55-69 | 70-84 | 85-100 |

## 2. Перечень оценочных средств<sup>3</sup>

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

| Наименование оценочного средства        | Краткая характеристика оценочного средства                                                                                                                            | Оценочные материалы             |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Теоретический вопрос (текущий контроль) | Вопросы, позволяющие обучающемуся раскрыть свои знания и умения по конкретным разделам дисциплины в форме устных ответов                                              | Перечень теоретических вопросов |
| Реферат (текущий контроль)              | Средство проверки знаний и умений применять полученные знания по заранее определенной теме для решения задач или выполнения заданий по разделу или дисциплине в целом | Реферат                         |

## 3. Оценочные материалы текущего контроля успеваемости обучающихся

| Наименование оценочного средства | Оценочные материалы |
|----------------------------------|---------------------|
|----------------------------------|---------------------|

|                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Теоретические<br/>вопросы для<br/>текущего опроса</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение инерциальной системе отсчета. Приведите примеры таких систем.</li> <li>2. Сформулируйте постулаты СТО. В чем их противоречие с классической физикой?</li> <li>3. Как определяется одновременность событий в классической физике и в СТО? Как определяется причинно-следственная связь между событиями?</li> <li>4. Что такое «световой конус»? Подпишите области пространства-времени которые разграничивает световой конус.</li> <li>5. Что такое пространственно-временной интервал? Приведите классификацию пространственно-временных интервалов.</li> <li>6. В чем причина эффекта сокращения длины? Как связана длина объекта в собственной СО и в движущейся СО?</li> <li>7. Как вы понимаете слова «относительность одновременности»? Какие следствия «относительности одновременности» обнаруживает СТО?</li> <li>8. В чем причина эффекта замедления времени? Что такое собственное время частицы? Как связано собственное время частицы с её временем в движущейся системе отсчета? Приведите примеры эффекта замедления времени.</li> <li>9. Опишите пространство Минковского. Для чего оно вводится? Какими свойствами обладает или не обладает? Изобразите событие А на диаграмме Минковского. Отметьте на диаграмме событие В, одновременное с событием А, и событие С, причинно связанное с А. Поясните свой рисунок.</li> <li>10. Как будет выглядеть на диаграмме Минковского свободно движущаяся частица? Частица, движущаяся с ускорением?</li> <li>11. Как определяется в СТО 4-вектор скорости? Чему равна длина этого вектора? Как преобразуются координаты этого вектора при преобразованиях системы координат?</li> <li>12. Опишите гипотезу де Бройля. Какие экспериментальные данные помогла объяснить эта гипотеза? Что понимают под «физической системой» и как описывает ее состояние квантовая и классическая физика? Что такое суперпозиция состояний? В чем особенности процесса измерения в квантовой механике?</li> <li>13. Какие проблемы встречает классическая физика при описании атома водорода? Каким путем эти проблемы были решены в классической и в квантовой физике?</li> <li>14. Что такое «волновая функция»? В чем ее физический смысл? Как найти волновую функцию? Опишите свойства этих функций и пространство, которое они образуют.</li> <li>15. Чем отличаются квантово-механический и классический взгляды на частицу и ее состояние? Что такое «суперпозиция состояний»?</li> <li>16. В чем разница в поведении классической и квантовой частиц, пролетающих над потенциальным барьером? В чем причина этой разницы?</li> <li>17. Запишите нестационарное уравнение Шредингера. Получите из него стационарное уравнение Шредингера. Опишите методы решения этого уравнения и характер решений.</li> <li>18. Как вы понимаете принцип неопределенности Гейзенберга? Опишите особенности процесса измерения с точки зрения квантовой физики.</li> </ol> |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | <p>19. Опишите модель «потенциальная яма с бесконечно высокими стенками». Какова область применения этой модели? Каковы характер решения, квантовые эффекты? Какие результаты она помогает получить?</p> <p>20. Опишите модель «полубесконечный барьер». Какова область применения этой модели? Каковы характер решения, квантовые эффекты?</p> <p>21. Опишите модель «квантовый осциллятор». Какова область применения этой модели? Каковы характер решения, квантовые эффекты?</p> <p>22. Собственные функции и собственные значения операторов, их физический и математический смысл. Самосопряженные (эрмитовы) операторы и свойства их собственных значений.</p> <p>23. Линейные операторы. Операторы энергии, импульса, координаты. Принцип соответствия.</p> <p>24. Коммутаторы и их свойства. Условие совместной определенности физических величин.</p> <p>25. Использование коммутаторов в квантовой механике. Законы сохранения в квантовой механике и их связь со свойствами симметрии пространства и времени.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Темы рефератов | <ol style="list-style-type: none"> <li>Критика классических представлений о пространстве и времени. Постулаты специальной теории относительности.</li> <li>Постулаты специальной теории относительности. Относительность одновременности.</li> <li>Постулаты специальной теории относительности. Релятивистский эффект замедления времени.</li> <li>Постулаты специальной теории относительности. Релятивистский эффект сокращения длин.</li> <li>Преобразования Лоренца.</li> <li>Релятивистский закон сложения скоростей.</li> <li>Релятивистские инварианты. Алгебра четырехмерных векторов.</li> <li>Корпускулярно-волновой дуализм явлений микромира, кванто-вые свойства излучения, волновые свойства частиц.</li> <li>Постулаты квантовой механики. Принцип неопределенности Гейзенберга.</li> <li>Уравнение Шредингера. Принцип причинности в квантовой механике.</li> <li>Волновые функции. Статистическая интерпретация волновой функции.</li> <li>Квантовые системы в одном измерении: конечный и бесконечный потенциальный барьер.</li> <li>Квантовые системы в одном измерении: конечная и бесконечная потенциальная яма.</li> <li>Квантовый линейный гармонический осциллятор.</li> <li>Понятие оператора. Свойства линейных операторов. Сопоставление операторов физическим величинам в квантовой механике.</li> <li>Принцип суперпозиции состояний и линейность операторов в квантовой механике.</li> </ol> |

|                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                          | <p>17. Собственные значения и собственные функции эрмитовых операторов.</p> <p>18. Средние значения физических величин.</p> <p>19. Операторы координаты и импульса микрочастицы. Коммутация операторов. Условие совместной определенности физических величин.</p> <p>20. Законы сохранения в квантовой механике и их связь со свойствами симметрии пространства и времени.</p> <p>21. Эволюция состояний квантовых систем во времени. Взаимодействие физических систем друг с другом.</p> <p>22. Квантование момента импульса. Собственные функции оператора проекций момента импульса.</p> <p>23. Квантование момента импульса. Собственные функции оператора квадрата момента импульса.</p> <p>24. Движение в центрально-симметричном поле.</p> <p>25. Атом водорода. Энергетический спектр водородоподобного атома.</p> <p>26. Радиальные волновые функции стационарных состояний водородоподобного атома и радиальная плотность вероятности.</p> <p>27. Теория стационарных и нестационарных возмущений.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Критерии оценки и шкала оценивания в баллах <sup>4</sup> | <p>При оценке выполненного реферата учитываются следующие критерии:</p> <p>При оценке подготовленного реферата учитываются следующие критерии:</p> <p>1. Знание материала</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- содержание материала раскрыто в полном объеме, предусмотренном программой дисциплины – 4 балла;</li> <li>- содержание материала раскрыто неполно, показано общее понимание вопроса, достаточное для дальнейшего изучения программного материала – 2-3 балла;</li> <li>- не раскрыто основное содержание учебного материала – 0-1 балл;</li> </ul> <p>2. Последовательность изложения</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- содержание материала раскрыто последовательно, достаточно хорошо продумано – 3 балла;</li> <li>- последовательность изложения материала недостаточно продумана – 2 балла;</li> <li>- путаница в изложении материала – 0-1 балл;</li> </ul> <p>3. Уровень теоретического анализа</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- показано умение делать обобщение, выводы, сравнения – 3 балла;</li> <li>- обобщение, выводы, сравнение делаются с помощью преподавателя – 2 балла;</li> <li>- продемонстрировано плохое умение делать обобщения, выводы, сравнения – 0 баллов</li> </ul> <p><b>Максимальное количество баллов, которые можно получить в течение семестра – 100; из них:</b></p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>Максимальное количество баллов за посещение лекций –24;</b></p> <p><b>Максимальное количество баллов за активную работу на практических занятиях –32;</b></p> <p><b>Максимальное количество баллов за реферат – 14;</b></p> <p><b>Максимальное количество баллов за письменные ответы на вопросы – 30.</b></p> |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|