

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ  
ТАДЖИКИСТАН  
МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКО-ТАДЖИКСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ»**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Физика фундаментальных взаимодействий»**  
Направление подготовки - 03.03.02 «Физика»  
Профиль подготовки «Общая физика»  
Форма подготовки - очная  
Уровень подготовки - бакалавриат

**ДУШАНБЕ - 2025**

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования РФ №891 от 07.08.2020 г.

При разработке рабочей программы учитываются

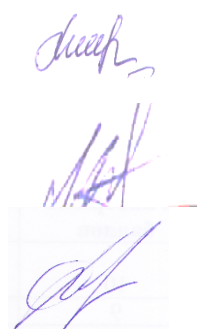
- требования работодателей, профессиональных стандартов по направлению;
- содержание программ дисциплин, изучаемых на предыдущих и последующих этапах обучения;
- новейшие достижения в данной предметной области.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математики и физики, протокол № 1 от «28» августа 2025 г.

Рабочая программа утверждена УМС естественнонаучного факультета, протокол № 1 от «28» августа 2025 г.

Рабочая программа утверждена Ученым советом естественнонаучного факультета, протокол № 1 от «29» августа 2025 г.

Заведующий кафедрой,  
к.ф.-м.н., доцент  
Зам. председателя УМС  
факультета, ст.  
преподаватель  
Разработчик, ст.  
преподаватель

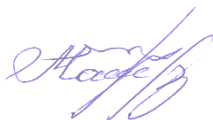


Гулбоев Б.Дж.

Мирзокаримов О.А.

Хикматуллоев С.Дж.

Разработчик от  
организации, к.ф.-м.н.,  
зам. директора Физико-  
технического института  
им. С.У. Умарова НАН  
Таджикистана



Махмадбегов Р.С.

## Расписание занятий дисциплины

Таблица 1

| Ф.И.О.<br>преподавателя | Аудиторные занятия |                               | Приём СРС | Место работы<br>преподавателя |
|-------------------------|--------------------|-------------------------------|-----------|-------------------------------|
|                         | лекция             | Практические<br>занятия (КСР) |           |                               |
| Хикматуллоев<br>С. Дж.  |                    |                               |           |                               |

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 1.1. Цели изучения дисциплины.

Главной целью дисциплины, охватывающей некоторые стороны современного естествознания, является формирование понимания моделей процессов, происходящих в микромире. Особое внимание придаётся изучению методов изучения свойств частиц процессов, происходящих в микромире.

#### 1.2. Задачи изучения дисциплины.

В результате изучения дисциплины студент должен получить представление об основной естественно-научной терминологии, об основных этапах развития физики элементарных частиц и о этапах развития физики космических лучей, об общности и особенностях действия основных законов, управляющих мирозданием во всех формах его проявления. Изучение дисциплины базируется на знании студентов, которые закрепляются, углубляются и расширяются с формированием у студентов активного стиля мышления и устойчивой направленности на постоянное самообучение и самовоспитание. Полученные знания и навыки реализуются и получают развитие в процессе дальнейшего обучения и последующей трудовой деятельности. Овладение дисциплиной создаст надёжную базу для дальнейшего самообразования, расширения круга интересов и лучшего понимания того набора естественнонаучной информации, с которым приходится сталкиваться каждому.

#### 1.3. Требования к результатам освоения дисциплины:

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие компетенции (элементы компетенций):

Таблица 2

| Коды компетенции | Содержание компетенций                                                                                                   | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Вид оценочного средства   |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| УК-1             | <b>УК-1.</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения | <b>ИУК-1.1.</b> Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи;<br><b>ИУК-1.2.</b> Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи;<br><b>ИУК-1.3.</b> Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки;<br><b>ИУК-1.4.</b> Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. | Устный опрос<br>Дискуссия |

[illegible]

## 2.МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Данная дисциплина относится к вариативной части обязательных дисциплин учебного плана ВО направления «Физика». Она требует школьных знаний и знаний основных законов элементарной физики. Она является специальной дисциплиной (Б1.В.09), изучается на 7 семестре.

При освоении данной дисциплины необходимы умения и готовность («входные» знания) обучающегося по дисциплинам 1-2, указанных в Таблице. Дисциплина 3 относится к группе «входных» знаний, вместе с тем определенная её часть изучается параллельно с данной дисциплиной («входные-параллельные» знания). Теоретической дисциплиной, для которой освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее является:4

### Таблица 3

| №<br>п/п | Название дисциплины   | Семестр | Место дисциплины в<br>структуре ОПОП |
|----------|-----------------------|---------|--------------------------------------|
| 1.       | Математический анализ | 1-4     | Б1.Б.29                              |

|    |                  |     |         |
|----|------------------|-----|---------|
| 2. | Программирование | 1-2 | Б1.Б.08 |
| 3. | Химия            | 6-7 | Б1.Б.11 |

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСА, КРИТЕРИИ НАЧИСЛЕНИЯ БАЛЛОВ

*Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых: лекции – 32 часов, практические занятия – 16 часов, КСР – 16 часов, самостоятельная работа – 62 часов, Контроль -54час., всего часов аудиторной нагрузки – 64 часов. Форма контроля - зачет.*

#### 3.1 Структура и содержание теоретической части курса (32ч)

**Тема 1.** Лекция 1. Элементарные частицы и фундаментальные взаимодействия. -2 часа.

**Тема 2.** Лекция 2. Группа Лоренца и её генераторы. -2 часа.

**Тема 3.** Лекция 3. Метод Лагранжа и вариационный принцип в теории поля. Метод Гамильтона в теории поля. -2 часа.

**Тема 4.** Лекция 4. Симметрии и интегралы движения. Теорема Нётер. -2 часа.

**Тема 5.** Лекция 5. Энергия, импульс и момент импульса поля. Комплексное скалярное поле. Глобальные калибровочные преобразования. -2 часа.

**Тема 6.** Лекция 6. Калибровочная группа  $SU(2)$ . Изоспин. Локальные калибровочные преобразования. Электромагнитное поле как абелево калибровочное поле. Уравнения Максвелла. -2 часа.

**Тема 7.** Лекция 7. Неабелевы калибровочные поля. Неабелево обобщение скалярной электродинамики. -2 часа.

**Тема 8.** Лекция 8. Квантование полей. Частицы как кванты полей. -2 часа.

**Тема 9.** Лекция 9. Спонтанное нарушение калибровочной симметрии. Механизм Браута-Энглера-Хиггса генерации масс элементарных частиц. Непрерывная абелева симметрия. -2 часа.

**Тема 10.** Лекция 10. Группа  $SL(2, C)$ . 4-мерные спиноры. Инверсия спиноров. -2 часа.

**Тема 11.** Лекция 11. Уравнение Дирака. Динамические переменные дираковского (спинорного) поля. -2 часа.

**Тема 12.** Лекция 12. Спинорная электродинамика. -2 часа.

**Тема 13.** Лекция 13. Модель Вайнберга–Салама (ВС). Общая структура лагранжиана (случай одного поколения лептонов) -2 часа.

**Тема 14.** Лекция 14. Квантовая хромодинамика —  $SU(3)$ -калибровочная теория сильного взаимодействия. Асимптотическая свобода и

конфайнмент. Стандартная модель и ее обобщения. Квантовая хромодинамика —  $SU(3)$ -калибровочная теория сильного взаимодействия. -2 часа.

**Тема 15.** Детекторы в физике частиц и ядер. Сцинтилляторы, черенковские детекторы, детектор переходного излучения. Многоанодные камеры, калориметры. -2 часа.

**Тема 16.** Процессы взаимодействия при столкновениях частиц высоких энергий. Способы излучения разных типов взаимодействий. Импульсные спектры вторичных частиц. -2 часа.

**Итого 32ч**

### **3.2 Структура и содержание практической части курса (16ч)**

**Тема 1.** Лептоны. Кварки.

**Тема 2.** Атомы – молекулы. Кварки ядра.

**Тема 3.** Способы измерения масса частиц и ядер.

**Тема 4.** Адроны. Зарядовая четность.

**Тема 5.** Распады адронов.

**Тема 6.** Правила отборов для слабых распадов адронов

**Тема 7.** Законы сохранения.

**Тема 8.** Классификация элементарных частиц

**Итого 16ч**

### **3.3 Структура и содержание КСР (16ч)**

**Тема 1.** Основные положения Стандартной Модели

**Тема 2.** Экспериментальная техника ускорителей

**Тема 3.** Космические лучи. Проект Памир – Чакалтай.

**Тема 4.** Диаграмма Фейнмана.

**Тема 5.** Взаимодействия и поля в физике частиц. Сравнения типов взаимодействия.

**Тема 6.** Стандартная Модель физики частиц

**Тема 7.** Основные физические величины для описания явлений, происходящих в микромире.

**Тема 8.** Фундаментальные характеристики микрообъектов.

**Итого 16ч**

**Таблица 4**

| №<br>п/п | Раздел<br>Дисциплины                                                                                                                             | Виды учебной работы,<br>включая самостоятель-<br>ную работу студентов и<br>трудоемкость (в ч.) |     |     |     | Лит-<br>ра | Кол-во<br>баллов в<br>неделю |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------------|------------------------------|
|          |                                                                                                                                                  | Лек.                                                                                           | Пр. | КСР | СРС |            |                              |
|          | 7 семестр                                                                                                                                        |                                                                                                |     |     |     |            |                              |
| 1        | Лекция 1. Элементарные частицы и фундаментальные взаимодействия. <b>ПР.</b> Лептоны. Кварки.                                                     | 2                                                                                              | 2   |     | 2   | 1 – 5      | 12,5                         |
| 2        | Лекция 2. Группа Лоренца и её генераторы. <b>ПР.</b> Атомы – молекулы. Кварки ядра. <b>Тема КСР:</b> Основные положения Стандартной Модели       | 2                                                                                              | 2   | 2   | 2   | 1 – 5      | 12,5                         |
| 3        | Лекция 3. Метод Лагранжа и вариационный принцип в теории поля. Метод Гамильтона в теории поля. <b>ПР.</b> Способы измерения масса частиц и ядер. | 2                                                                                              | 2   |     | 2   | 1 – 5      | 12,5                         |
| 4        | Лекция 4. Симметрии и интегралы движения. Теорема Нётер. <b>Пр.</b> Строение полимерных цепей. Конфигурация и конформация.                       | 2                                                                                              | 2   | 2   | 2   | 1 – 5      | 12,5                         |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |   |   |   |   |       |      |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|-------|------|
|    | <b>КСР.</b> Экспериментальная техника ускорителей                                                                                                                                                                                                                                |   |   |   |   |       |      |
| 5  | Лекция 5. Энергия, импульс и момент импульса поля. Комплексное скалярное поле. Глобальные калибровочные преобразования. <b>Пр.</b> Распады адронов.                                                                                                                              | 2 | 2 |   | 2 | 1 – 5 | 12,5 |
| 6  | Лекция 6. Калибровочная группа SU(2). Изоспин. Локальные калибровочные преобразования. Электромагнитное поле как абелево калибровочное поле. Уравнения Максвелла. <b>Пр.</b> Правила отборов для слабых распадов адронов. <b>КСР.</b> Космические лучи. Проект Памир – Чакалтай. | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 – 5 | 12,5 |
| 7  | Лекция 7. Неабелевы калибровочные поля. Неабелево обобщение скалярной электродинамики. <b>Пр.</b> Законы сохранения.                                                                                                                                                             | 2 | 2 |   | 2 | 1 – 5 | 12,5 |
| 8  | Лекция 8. Квантование полей. Частицы как кванты полей. <b>Пр.</b> Классификация элементарных частиц. <b>КСР.</b> Диаграмма Фейнмана.                                                                                                                                             | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 – 5 | 12,5 |
| 9  | Лекция 9. Спонтанное нарушение калибровочной симметрии. Механизм Браута-Энглера-Хиггса генерации масс элементарных частиц. Непрерывная абелева симметрия. -2 часа. <b>Пр.</b> Взаимодействие частиц с веществом потери энергии.                                                  | 2 | 2 |   | 2 | 1 – 5 | 12,5 |
| 10 | Лекция 10. Группа SL(2,C). 4-мерные спиноры. Инверсия спиноров. <b>Пр.</b> Процессы, происходящие с фотонами в веществе. <b>КСР.</b> Взаимодействия и поля в физике частиц. Сравнения типов взаимодействия.                                                                      | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 – 5 | 12,5 |
| 11 | Лекция 11. Уравнение Дирака. Динамические переменные дираковского (спинорного) поля. <b>Пр.</b> Способы измерения масса частиц и ядер.                                                                                                                                           | 2 |   | 2 | 2 | 1 – 5 | 12,5 |
| 12 | Лекция 12. Спинорная электродинамика. <b>Пр.</b> Черенковские детекторы. <b>КСР.</b> Стандартная Модель физики частиц                                                                                                                                                            | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 – 5 | 12,5 |
| 13 | Лекция 13. Модель Вайнберга–Салама (ВС). Общая структура лагранжиана (случай одного поколения лептонов) <b>КСР.</b> Основные физические величины для описания явлений, происходящих в микромире.                                                                                 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 – 5 | 12,5 |
| 14 | Лекция 14. Квантовая хромо динамика — SU(3)-калибровочная теория сильного взаимодействия. Асимптотическая свобода и конфайнмент. Стандартная модель и ее обобщения. Квантовая хромодинамика — SU(3)-калибровочная теория сильного взаимодействия.                                | 2 |   | 2 | 2 | 1 – 5 | 12,5 |
| 15 | <b>Тема 15.</b> Детекторы в физике частиц и ядер. Сцинтилляторы, черенковские детекторы,                                                                                                                                                                                         | 2 | 2 |   | 4 |       | 12,5 |

|                           |                                                                                                                                                                                                                          |           |           |           |           |  |            |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|------------|
|                           | детектор переходного излучения. Многоанодные камеры, калориметры. Пр. Сцинтилляторы.                                                                                                                                     |           |           |           |           |  |            |
| 16                        | <b>Тема 16.</b> Процессы взаимодействия при столкновениях частиц высоких энергий. Способы излучения разных типов взаимодействий. Импульсные спектры вторичных частиц. КСР. Фундаментальные характеристики микрообъектов. | 2         |           | 2         |           |  | 12,5       |
| <b>Итого по семестру:</b> |                                                                                                                                                                                                                          | <b>32</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>62</b> |  | <b>200</b> |

### Формы контроля и критерии начисления баллов

Контроль усвоения студентом каждой темы осуществляется в рамках балльно-рейтинговой системы (БРС), включающей текущий, рубежный и итоговый контроль.

Итоговая форма контроля по дисциплине (экзамен) проводится в форме тестирования.

**таблица 5**

| Неделя   | Активное участие на лекционных занятиях, написание конспекта и выполнение других видов работ | Активное участие на практических (семинарских) занятиях, лабораторных, КСР | СРС<br>Написание реферата и выполнение других видов работ | Административный балл за примерное поведение | Балл за рубежный и итоговый контроль | Всего    |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>2</b>                                                                                     | <b>3</b>                                                                   | <b>4</b>                                                  | <b>5</b>                                     | <b>6</b>                             | <b>7</b> |
| 1        | 4                                                                                            | 3                                                                          | 2,5                                                       | 2                                            | -                                    | 12,5     |
| 2        | 4                                                                                            | 3                                                                          | 2,5                                                       | 2                                            | -                                    | 12,5     |
| 3        | 4                                                                                            | 3                                                                          | 2,5                                                       | 2                                            | -                                    | 12,5     |
| 4        | 4                                                                                            | 3                                                                          | 2,5                                                       | 2                                            | -                                    | 12,5     |
| 5        | 4                                                                                            | 3                                                                          | 2,5                                                       | 2                                            | -                                    | 12,5     |
| 6        | 4                                                                                            | 3                                                                          | 2,5                                                       | 2                                            | -                                    | 12,5     |
| 7        | 4                                                                                            | 3                                                                          | 2,5                                                       | 2                                            | -                                    | 12,5     |
| 8        | 4                                                                                            | 3                                                                          | 2,5                                                       | 2                                            |                                      | 12,5     |
| <b>9</b> | первый рубежный контроль                                                                     |                                                                            |                                                           |                                              | 8                                    |          |
| 10       | 4                                                                                            | 3                                                                          | 2,5                                                       | 2                                            | -                                    | 12,5     |
| 11       | 4                                                                                            | 3                                                                          | 2,5                                                       | 2                                            | -                                    | 12,5     |
| 12       | 4                                                                                            | 3                                                                          | 2,5                                                       | 2                                            | -                                    | 12,5     |
| 13       | 4                                                                                            | 3                                                                          | 2,5                                                       | 2                                            | -                                    | 12,5     |
| 14       | 4                                                                                            | 3                                                                          | 2,5                                                       | 2                                            | -                                    | 12,5     |



|                                    |                          |           |           |           |            |            |
|------------------------------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 15                                 | 4                        | 3         | 2,5       | 2         | -          | 12,5       |
| 16                                 | 4                        | 3         | 2,5       | 2         | -          | 12,5       |
| 17                                 | 4                        | 3         | 2,5       | 2         |            |            |
| 18                                 | второй рубежный контроль |           |           |           |            | 8          |
| <b>Всего:</b>                      | <b>64</b>                | <b>48</b> | <b>40</b> | <b>32</b> | <b>16</b>  | <b>200</b> |
| <b>Итоговый контроль (экзамен)</b> |                          |           |           |           | <b>100</b> | <b>100</b> |
| <b>Итого:</b>                      | <b>64</b>                | <b>48</b> | <b>40</b> | <b>32</b> | <b>116</b> | <b>300</b> |

Формула вычисления результатов дистанционного контроля и итоговой формы контроля по дисциплине за семестр для студентов 4-х курсов:

$$ИБ = \left[ \frac{(P_1 + P_2)}{2} \right] \cdot 0,49 + Эи \cdot 0,51$$

, где ИБ – итоговый балл,  $P_1$ - итоги первого рейтинга,  $P_2$ - итоги второго рейтинга, Эи – результаты итоговой формы контроля (экзамен)

#### 4.1. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Самостоятельная работа студентов рассматривается как одна из форм обучения, предусмотренная Государственным образовательным стандартом и рабочим учебным планом по направлению подготовки. Целью самостоятельной работы студентов является обучение навыками работы с учебной и научной литературой и практическими материалами, необходимыми для изучения курса «Физика и механика полимеров» и развития у них способностей к самостоятельному анализу полученной информации.

В процессе изучения дисциплины, студенты должны выполнять самостоятельно работы, указанные в п.3.3.

**Таблица 6**

| № п/п     | Объем СРС в ч. | Тема СРС                                                                     | Форма и вид СРС | Форма контроля |
|-----------|----------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|
| 7 семестр |                |                                                                              |                 |                |
| 1         | 5              | Основные положения Стандартной Модели                                        | Реферат         | Выступление    |
| 2         | 5              | Экспериментальная техника ускорителей                                        | Реферат         | Выступление    |
| 3         | 5              | Космические лучи. Проект Памир – Чакалтай.                                   | м               | Выступление    |
| 4         | 5              | Диаграмма Фейнмана.                                                          | Реферат         | Выступление    |
| 5         | 5              | Взаимодействия и поля в физике частиц. Сравнения типов взаимодействия.       | Реферат         | Выступление    |
| 6         | 5              | Стандартная Модель физики частиц                                             | Реферат         | Выступление    |
| 7         | 5              | Основные физические величины для описания явлений, происходящих в микромире. | Реферат         | Выступление    |
| 8         | 5              | Фундаментальные характеристики                                               | Реферат         | Выступление    |

|                  |   |                                                                    |         |             |
|------------------|---|--------------------------------------------------------------------|---------|-------------|
|                  |   | микрообъектов.                                                     |         |             |
| 9                | 5 | Энергетический спектр первичного космического излучения.           | Реферат | Выступление |
| 10               | 5 | Спин элементарных частицы.                                         | Реферат | Выступление |
| 11               | 2 | Методы измерения поперечных сечений в разных типах взаимодействий. | Реферат | Выступление |
| 12               | 2 | Потери энергии заряженными частицами. Электромагнитные каскады.    | Реферат | Выступление |
| 13               | 2 | Процессы, происходящие с фотонами                                  | Реферат | Выступление |
| 14               | 2 | Метод инвариантных масс. Переходное излучение.                     | Реферат | Выступление |
| 15               | 2 | Многоанодные камеры, калориметры.                                  | Реферат | Выступление |
| 16               | 2 | . Импульсные спектры вторичных частиц.                             | Реферат | Выступление |
| <b>Итого 62ч</b> |   |                                                                    |         |             |

#### **4.2. Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

Самостоятельная работа является одним из видов учебной деятельности обучающихся, способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развития исследовательских умений.

Образовательное учреждение самостоятельно планирует объем вне-аудиторной самостоятельной работы по каждой учебной дисциплине и профессиональному модулю, исходя из объемов максимальной и обязательной учебной нагрузки обучающегося.

Аудиторная самостоятельная работа по учебной дисциплине и профессиональному модулю выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

#### **4.2. Требования к предоставлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Методические указания к выполнению реферата:

- Тема реферата;
- Цель реферата: привить обучающимся навыки самостоятельного исследования той или иной проблемы естествознания;
- Исходные требования. Выбор темы реферата определяется обучающимися самостоятельно в соответствии с «Перечнем тем рефератов» (Приложение 4) и утверждается преподавателем профессионального модуля.

Перечень тем реферата периодически обновляется и дополняется.

Обучающиеся вправе самостоятельно выбрать любую тему реферата.

При написании доклада по заданной теме следует составить план, подобрать основные источники. Работая с источниками, следует систематизировать полученные сведения, сделать выводы и обобщения. К докладу по крупной теме привлекается несколько студентов, между которыми распределяются темы для выступления. В учебных заведениях доклады содержательно практически ничем не отличаются от рефератов и являются зачётной работой.

Реферат – краткое изложение в письменном виде или в форме публичного доклада содержания научного труда или трудов, обзор литературы по теме. Это самостоятельная научно-исследовательская работа студента, в которой раскрывается суть исследуемой проблемы. Изложение материала носит проблемно-тематический характер, показываются различные точки зрения, а также собственные взгляды автора на проблему.

Содержание реферата должно быть логичным. Объём реферата, как правило, от 5 до 10 страниц от руки. Темы реферата разрабатывает преподаватель, ведущий данную дисциплину. Перед началом работы над рефератом следует наметить план и подобрать литературу. Прежде всего, следует пользоваться литературой, рекомендованной учебной программой, а затем расширить список источников, включая и использование специальных журналов, где имеется новейшая научная информация.

Структура реферата:

- Титульный лист;
- Оглавление;
- Введение (дается постановка вопроса, объясняется выбор темы, её значимость и актуальность, указываются цель и задачи реферата, даётся характеристика используемой литературы).

#### **4.4. Критерии оценки выполнения контрольно-самостоятельной работы по дисциплине «Физика фундаментальных взаимодействий»**

Критериями оценки результатов аудиторной самостоятельной работы обучающихся являются:

- уровень освоения учебного материала;
- уровень умения использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- уровень сформированности обще-учебных умений;

- уровень умения активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения материала;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- уровень умения ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- уровень умения четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- уровень умения определить, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- уровень умения сформулировать собственную позицию, оценку и аргументировать ее.

Качество выполнения внеаудиторной самостоятельной работы студентов оценивается посредством текущего контроля самостоятельной работы студентов с использованием бально-рейтинговой системы. Текущий контроль КСР – это форма планомерного контроля качества и объема приобретаемых студентом компетенций в процессе изучения дисциплины, проводится на практических занятиях.

Максимальное количество баллов по каждому виду задания студент получает, если:

- обстоятельно с достаточной полнотой излагает соответствующую тему;
- дает правильные формулировки, точные определения, понятия терминов;
- решает правильно задачи и примеры по данной дисциплине;
- правильно отвечает на дополнительные вопросы преподавателя, имеющие целью выяснить степень понимания студентом данного материала.

70-89% от максимального количества баллов обучающийся получает, если:

- неполно (не менее 70% от полного), но правильно изложено задание;
- при изложении были допущены 1-2 несущественные ошибки, которых он исправляет после замечания преподавателя;
- дает правильные формулировки, точные определения, понятия терминов;
- может обосновать свой ответ, привести необходимые примеры;
- правильно отвечает на дополнительные вопросы преподавателя, имеющие целью выяснить степень понимания им данного материала.

50-69% от максимального количества баллов обучающийся получает, если:

- неполно (не менее 50% от полного), но правильно изложено задание;
- при изложении была допущена 1 существенная ошибка;
- знает и понимает основные положения данной темы, не допускает неточности в формулировке понятий;
- излагает выполнение задания недостаточно логично и последовательно;
- затрудняется при ответах на вопросы преподавателя.

49% и менее от максимального количества баллов обучающийся получает, если:

- неполно (менее 50% от полного) изложено задание;
- при изложении были допущены существенные ошибки. В "0" баллов преподаватель вправе оценить выполненное обучающимся задание, если оно не удовлетворяет требованиям, установленным преподавателем к данному виду работы.

Сумма полученных баллов по всем видам заданий аудиторной самостоятельной работы составляет рейтинговый показатель обучающегося. Рейтинговый показатель обучающегося влияет на выставление итоговой оценки по результатам изучения дисциплины.

Если рейтинговый показатель обучающегося составляет:

- максимальное количество баллов, то он на экзамене претендует на оценку "отлично";
- 70-89% от максимального количества баллов, то обучающийся на экзамене претендует на оценку "хорошо";
- 50-69% от максимального количества баллов, то обучающийся на экзамене претендует на оценку "удовлетворительно";
- 49% и менее от максимального количества баллов, то обучающийся на экзамен не допускается.

–

## **5. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Основная литература**

1. Кузнецов, С. И. Физика: оптика. Элементы атомной и ядерной физики. Элементарные частицы: учебное пособие для вузов/ С.И. Кузнецов.— Москва: Издательство Юрайт, 2024.— 301с.
2. Дадаматов, Х. Д. Физика [Текст]: учеб. пособие. Т.3. Механика, Молекулярная физика, Электричества, Магнетизм, Оптика, Атом и ядра. / Х. Д. Дадаматов, А. Тоиров; ред. Ю. Хасанов; Рос. - Тадж. (славян.) ун-т. - Душанбе: Илм, 2016. – 248 с.
3. Иоффе, Б.Л. Физика элементарных частиц: квантовая хромодинамика в 2 т. Том 1: учебное пособие для вузов / Б.Л. Иоффе, Л.Н. Липатов, В.С. Фадин.— 2-е изд., перераб. и доп.— Москва : Издательство Юрайт, 2024.— 408 с.

### **5.2 Дополнительная литература**

1. Хуанг К. Кварки, лептоны и калибровочные поля. М.: Мир, 1985
2. Мурзин В.С., Сарычева Л.И. Множественные процессы при высоких энергиях. М.: Атомиздат, 1974.
3. Аминева Т.П., Сарычева Л.И. Фундаментальные взаимодействия и космические лучи.
4. Ракобольская И.В., Копенкин В.В., Манагадзе А.К. Особенности взаимодействия адронов сверхвысоких энергий. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2000
5. Росси Б., Ольберг С., Введение в физику космического пространства. М., Атомиздат, 1974.

### 5.3. Электронные ресурсы

1. <http://webmath.exponenta.ru>.
2. <http://mirknig.com>.
3. <http://www.toehelp.ru>.
4. <https://biblio-online.ru>
- 5.

### 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Студенты, изучающие курс «Физика фундаментальных взаимодействий», должны обратить внимание на современных подходах изучения процессов и явлений природы. Необходимо больше внимание уделять использованию возможностей практических и самостоятельных работ. Четко представлять основные понятия ООП. Структура и свойства объектов природы отражать на модули особого вида, объединяющие данные и процедуры их обработки. Кроме того, студенты должны достаточно хорошо владеть размерностями физических величин. Знать основные и вспомогательные единицы измерения. Создать модели объектов природы, математически описать их и получить данные. Обратить внимание на основные постулаты принципы и концепции физики. Логически и теоретически связать микро- и макропараметров. Найти связь между структурой и свойством объекта. Отличить классического подхода от неклассического. При решении задач и исследование объектов применять системные методы.

Общую схему изучения предмета «Физика фундаментальных взаимодействий» можно представить в следующем виде:

- приобретение необходимых знаний по строению и свойств полимеров;
- приобретение необходимых знаний и навыков по решению задач и проведение самостоятельных работ;
- приобретение необходимых знаний и навыков по использованию полимеров в современной технике;
- приобретение необходимых знаний и навыков для решения тестовых задач;
- приобретение необходимых умений по применению полимерных материалов в быту и в промышленности.

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитории Естественного факультета, в которых проводятся занятия по дисциплине «Физика фундаментальных взаимодействий» оснащены проектором для проведения презентаций, чтобы сделать более наглядными и понятными доказательства теорем, методики и алгоритмы решения задач и примеров, иллюстрирующих теоретические выводы и их прикладную направленность. Также в университете имеется обширный библиотечный фонд, не только печатных, но и электронных изданий, с которыми студенты могут ознакомиться в открытом доступе.

## **Материально-техническое обеспечение образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.**

Для обеспечения доступности получения образования по образовательным программам инвалидами и ЛОВЗ в образовательном процессе используется специальное оборудование. Практически все аудитории университета оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран, ПК), что позволяет доступно и наглядно осуществлять обучение студентов, в том числе студентов с нарушением слуха и зрения. Используемые современные лабораторные комплексы обладают высокой мобильностью, что позволяет использовать их для организации образовательного процесса для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы условия для беспрепятственного доступа на прилегающую территорию, в здания университета, учебные аудитории, столовые и другие помещения, а также безопасного пребывания в них. На территории университета есть возможность подъезда к входам в здания автомобильного транспорта, выделены места парковки автотранспортных средств. Входы в университет оборудованы пандусами, беспроводной системой вызова помощи. Информативность доступности нужного объекта университета для людей с ограниченной функцией зрения достигается при помощи предупреждающих знаков, табличек и наклеек. Желтыми кругами на высоте 1,5 м от уровня пола оборудованы стеклянные двери. Первые и последние ступени лестничных маршей маркированы желтой лентой. Для передвижения по лестничным пролетам инвалидов – колясочников приобретен мобильный подъемник – ступенькоход. В учебном корпусе оборудована универсальная туалетная комната в соответствии с требованиями, предъявляемыми к подобным помещениям.

## **8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

*Форма итоговой аттестации: 7 семестр – экзамен.*

*Форма промежуточной аттестации (1 и 2 рубежный контроль) проводится путем выполнения самостоятельного задания.*

### **Итоговая система оценок по кредитно-рейтинговой системе с использованием буквенных символов**

| Оценка по буквенной системе | Диапазон соответствующих наборных баллов | Численное выражение оценочного балла | Оценка по традиционной системе |
|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| <b>A</b>                    | 10                                       | 95-100                               | Отлично                        |
| <b>A</b>                    | 9                                        | 90-94                                |                                |

|           |   |       |                     |
|-----------|---|-------|---------------------|
| <b>B+</b> | 8 | 85-89 | Хорошо              |
| <b>B</b>  | 7 | 80-84 |                     |
| <b>B-</b> | 6 | 75-79 |                     |
| <b>C+</b> | 5 | 70-74 | Удовлетворительно   |
| <b>C</b>  | 4 | 65-69 |                     |
| <b>C-</b> | 3 | 60-64 |                     |
| <b>D+</b> | 2 | 55-59 |                     |
| <b>D</b>  | 1 | 50-54 |                     |
| <b>Fx</b> | 0 | 45-49 | Неудовлетворительно |
| <b>F</b>  | 0 | 0-44  |                     |

*Содержание текущего контроля, промежуточной аттестации, итогового контроля раскрываются в фонде оценочных средств, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС ВО.*

*ФОС по дисциплине является логическим продолжением рабочей программы учебной дисциплины. ФОС по дисциплине прилагается.*