

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»**

**Факультет физико-математических и естественных наук**

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика программы аспирантуры)

**Научно-образовательный институт физических исследований и технологий**

(наименование базового учебного подразделения (БУП)-разработчика программы аспирантуры)

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теоретическая физика**

(наименование дисциплины/модуля)

**Научная специальность:**

**1.3.3. Теоретическая физика**

(код и наименование научной специальности)

**Практическая подготовка обучающихся ведется в рамках реализации  
программы аспирантуры:**

**1.3.3. Теоретическая физика**

(наименование программы аспирантуры)

**2024 г.**

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Теоретическая физика» является подготовка к сдаче кандидатских экзаменов.

Получение аспирантами основополагающих представлений об основных подходах к описанию реальных физических процессов и явлений, как на классическом, так и на квантовом уровне;

формирование у аспирантов систематических знаний о методах решения практических задач теоретической физики на основе современных математических моделей описания физических объектов;

развитие научного мышления и создание фундаментальной базы для дальнейшей успешной профессиональной деятельности в областях, связанных с текущими исследованиями аспирантов.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны будут:

**знать:**

- современные представления о природе основных физических явлений, о причинах их возникновения и взаимосвязи;
- основные понятия и теории, описывающие состояние физических объектов и протекающие в них физические процессы;
- математические методы, позволяющие адекватно описать и объяснить протекание любого конкретного физического процесса или явления;

**уметь:**

- применять физические законы для решения практических задач;
- выделить главное содержание исследуемого физического явления и выбрать адекватную физическую модель его описания, позволяющую рассчитать основные характеристики;
- использовать знания фундаментальных основ и методов теоретической физики в освоении уже имеющихся и в создании новых подходов к проблемам профессиональной деятельности;

самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с современными проблемами теоретической физики.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теоретическая физика» составляет 3 зачетных единицы.

*Таблица 3.1. Виды учебной работы по периодам освоения программы аспирантуры*

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Курс			
		1	2	3	4
Контактная работа, ак.ч.					
в том числе:					

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Курс			
		1	2	3	4
Лекции (ЛК)		30			
Лабораторные работы (ЛР)					
Практические/семинарские занятия (СЗ)		30			
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.		48			
Контроль (зачет с оценкой), ак.ч.					
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	3			
	зач.ед.	108			

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 4.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы
Раздел 1. Теория поля	<p>Заряд в электромагнитном поле. Четырехмерный потенциал поля. Уравнения движения заряда в поле, калибровочная (градиентная) инвариантность. Тензор электромагнитного поля. Преобразование Лоренца для поля. Инварианты поля. Действие для электромагнитного поля. Уравнения электромагнитного поля. Четырехмерный вектор тока. Уравнение непрерывности. Плотность и поток энергии. Тензор энергии-импульса. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля. Постоянное электромагнитное поле. Закон Кулона. Электростатическая энергия зарядов. Дипольный момент. Мультипольные моменты. Система зарядов во внешнем поле. Постоянное магнитное поле. Магнитный момент. Теорема Лармора. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Плоские волны. Монохроматическая плоская волна. Спектральное разложение. Поляризационные характеристики излучения. Разложение электростатического поля. Поле движущихся зарядов. Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара—Вихерта. Излучение электромагнитных волн. Поле системы зарядов на далеких расстояниях. Мультипольное излучение. Излучение быстро движущегося заряда. Рассеяние свободными зарядами.</p>	ЛК, СЗ
Раздел 2. Квантовая механика	<p>Основные положения квантовой механики. Принцип неопределенности. Принцип суперпозиции. Операторы. Дискретный и непрерывный спектры. Гамильтониан. Стационарные состояния. Гейзенберговское</p>	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы
	<p>представление. Соотношения неопределенности.</p> <p>Уравнение Шредингера. Основные свойства уравнения Шредингера. Одномерное движение. Одномерный осциллятор.</p> <p>Плотность потока. Квазиклассическая волновая функция. Прохождение через барьер.</p> <p>Момент количества движения. Собственные функции и собственные значения момента количества движения. Четность. Сложение моментов. Разложение Клебша—Гордана.</p> <p>Движение в центральном поле. Сферические волны. Разложение плоской волны.</p> <p>Радиальное уравнение Шредингера. Атом водорода.</p> <p>Теория возмущений. Возмущения, не зависящие от времени. Периодические возмущения. Квазиклассическая теория возмущений.</p> <p>Спин. Оператор спина. Тонкая структура атомных уровней.</p> <p>Тождественность частиц. Симметрия при перестановке частиц. Вторичное квантование для бозонов и фермионов. Обменное взаимодействие.</p> <p>Атом. Состояние электронов атома. Уровни энергии. Самосогласованное поле. Уравнение Томаса—Ферми. Тонкая структура томных уровней. Периодическая система Менделеева.</p> <p>Движение в магнитном поле. Уравнение Шредингера для движения в магнитном поле.</p> <p>Плотность потока в магнитном поле.</p> <p>Столкновения частиц. Общая теория.</p> <p>Формула Бора. Резонансное рассеяние.</p> <p>Столкновение тождественных частиц.</p> <p>Упругое рассеяние при наличии неупругих процессов. Матрица рассеяния. Формула Брейта—Вигнера.</p>	
Раздел 3. Квантовая теория полей	<p>Квантование свободных полей. Симметрии лагранжиана и теорема Нетер. Алгебра токов.</p> <p>Дискретные симметрии. СРТ теорема и связь спина со статистикой. Релятивистское описание элементарных частиц. Основы классической теории поля. Вариационный принцип.</p> <p>Структура сохраняющихся величин.</p> <p>Классические теоремы смещения, вращения и заряда в гамильтоновом формализме.</p>	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы
	<p>Групповые методы в физике частиц. Инфинитезимальный метод построения неприводимых представлений групп Ли. Неприводимые представления группы вращений, группы Лоренца и группы Пуанкаре. Уравнение Дирака. Внутренние группы симметрии. Схемы Дынкина и корневые диаграммы. Принцип калибровочной симметрии. Эффект Хиггса. Суперсимметрия.</p> <p>Теория квантовых полей. Правило квантования Дирака. Канонические перестановочные соотношения. Метод вторичного квантования. Теория фон Неймана бесконечных тензорных произведений гильбертовых пространств. Пространство Фока. Элементы теории обобщенных функций. Пространство Шварца и функционалы над ним. Тензорное представление операторов в пространстве Фока. Правило суперотбора. Общие принципы квантования полей. Динамический принцип Швингера – Фейнмана. Квантование скалярного, массивного векторного и электромагнитного полей. Квантование спинорного поля. Матрица рассеяния в квантовой теории поля. Уравнение Томонаги – Швингера и решение Дайсона. Свойства S-матрицы. Правила Фейнмана в квантовой электродинамике. Расчет простейших эффектов. Учет радиационных поправок. Теорема Гейзенберга о перенормируемых теориях поля. R-операция Боголюбова и устранение расходимостей. Уравнения Дайсона и Швингера для полных функций Грина. Уравнение Бете – Солпитера. Аксиоматическая теория S-матрицы.</p>	

## 5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
Лекционная	Аудитория для проведения занятий	

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
	лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Семинарская	Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций.	
Для самостоятельной работы обучающихся	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС.	

\* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается обязательно!

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### *Основная литература:*

1. В.А. Рубаков. Классические калибровочные поля. Бозонные теории. -М.: 2005.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика в 10 томах. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.
3. Брандт Н.Б., Кульбачинский В.А. Квазичастицы в физике конденсированного состояния. М.: 2007. ФМЛ.

### *Дополнительная литература:*

1. 1. Миронова Г.А. Конденсированное состояние вещества: от структурных единиц до живой материи. Том 1. 2004. том 2. 2006. М.: Физический факультет МГУ.
2. Киржниц Д.А. Лекции по физике.М.: 2006. Физматлит.
3. Ципенюк Ю.М. Квантовая макро- и микрофизика. М.: 2006. Физматлит.
4. . М.: Физматлит, 2001.
5. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. М.: Наука, 1988.
6. Давыдов А. С. Квантовая механика. М.: Наука, 1973.

7. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М.: Физматлит, 2001.
8. Шифф Л. Квантовая механика. М. Изд-во иностр. лит., 1957.
9. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: Физматлит, 2001.

*Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:*

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН  
<http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации  
<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS  
<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

*Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля\*:*

\* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины в ТУИС!

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система оценки освоения дисциплины представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

\* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

### **РАЗРАБОТЧИКИ:**

Профессор, ИФИТ



Рыбаков Ю.П.

### **РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

И.о. директора ИФИТ



Кравченко Н.Ю.