

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 27.05.2025 15:41:46
Уникальный программный ключ:
sa953a01204891083f939673076ef1a989dae18a

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 ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И КВАРКОВ

(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

03.04.02 ФИЗИКА

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Теория элементарных частиц и кварков» входит в программу магистратуры «Фундаментальная и прикладная физика» по направлению 03.04.02 «Физика» и изучается в 3 семестре 2 курса. Дисциплину реализует Научно-образовательный институт физических исследований и технологий. Дисциплина состоит из 5 разделов и 17 тем и направлена на изучение методов описания элементарных частиц и кварков и их взаимодействий в области высоких энергий.

Целью освоения дисциплины является изложение фундаментальных сведений по методам квантовой механики и квантовой теории поля в применении к задачам физики элементарных частиц и кварков. В курсе даются основные представления о методах описания элементарных частиц и кварков и их взаимодействий в области высоких энергий. Курс опирается на квантовую механику, квантовую теорию поля, релятивистскую механику и электродинамику. Задача дисциплины «Теория элементарных частиц и кварков» состоит в том, чтобы студенты могли применять основные законы, правила и расчетные методы физики при решении конкретных теоретических и экспериментальных задач.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Теория элементарных частиц и кварков» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

Шифр	Компетенция	Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины)
ПК-1	Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	ПК-1.1 Знает основные стратегии исследований в выбранной области физики, критерии эффективности, ограничения применимости; ПК-1.2 Умеет выделять и систематизировать основные цели исследований в выбранной области физики, извлекать информацию из различных источников, включая периодическую печать и электронные коммуникации, представлять её в понятном виде и эффективно использовать;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Теория элементарных частиц и кварков» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы высшего образования.

В рамках образовательной программы высшего образования обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Теория элементарных частиц и кварков».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
ПК-1	Способен самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта	Научно-исследовательская работа; Математические методы в физике; Физика нелинейных процессов; <i>Физические методы диагностики**;</i> <i>Теория атомного ядра**;</i> <i>Классическая и квантовая теория поля**;</i> <i>Сильноточная релятивистская электроника**;</i> <i>Физика лазеров**;</i> <i>Введение в классическую и квантовую теорию поля**;</i>	Преддипломная практика;

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теория элементарных частиц и кварков» составляет «5» зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения образовательной программы высшего образования для очной формы обучения.

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.		Семестр(-ы)
			3
Контактная работа, ак.ч.	72		72
Лекции (ЛК)	36		36
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	36		36
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	81		81
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	27		27
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	180	180
	зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Классификация частиц по массам, спинам, взаимодействиям.	1.1	Стабильные и нестабильные частицы. Резонансы. Первые попытки классификации элементарных частиц по их массам и спинам. Современный подход к классификации частиц, основанный на их взаимодействиях. Элементарные и фундаментальные частицы.	ЛК, СЗ
		1.2	Кинематический и динамический подходы к классификации частиц. Использование более широких групп и более широких симметрий. Суперсимметрии. Предсказания новых частиц. Сравнение с экспериментом.	ЛК, СЗ
Раздел 2	Мультиплеты частиц в группах SU(2), SU(3), SU(4)	2.1	Алгебра генераторов унитарных групп SU(N). Фундаментальные, сопряженные, приводимые и неприводимые представления групп SU(N). Схема Юнга.	ЛК, СЗ
		2.2	Мультиплеты нуклонов, скалярных и векторных мезонов, барионов и барионных резонансов. Массовые соотношения. Модель Ферми-Янга и модель Сакаты.	ЛК, СЗ
		2.3	Массовая формула Геля Манна-Окубо. Обобщенная модель Сакаты (кварки). Кварковая модель мезонов и барионов.	ЛК, СЗ
Раздел 3	Дискретные симметрии С, Р, Т, СР, СТ, СРТ	3.1	Попытки объяснения непрерывного энергетического спектра электронов, испускаемых в процессах распада ядер. Различные интерпретации этого явления. Гипотеза Паули.	ЛК, СЗ
		3.2	Аналогия с электродинамикой. Гамильтониан слабого взаимодействия. Основы теории Ферми (V-вариант) распада ядер.	ЛК, СЗ
		3.3	Факторизация матричных элементов на лептонную и ядерную части в нерелятивистском приближении по импульсам нуклонов. Разрешенные и запрещенные переходы.	ЛК, СЗ
		3.4	Ферми переходы с сохранением спинов материнского и дочернего ядер и Гамов-Теллеровские переходы с изменением спинов. Примеры. Различие в матричных элементах переходов.	ЛК, СЗ
		3.5	Обобщение теории на случай суперпозиции S, V, A, T, P-вариантов при сохранении Р четности.	ЛК, СЗ
		3.6	Предсказания Ли, Янга и эксперимент ВУ. Первые попытки объяснения несохранения Р четности двухкомпонентностью безмассового нейтрино.	ЛК, СЗ
		3.7	С, Р, Т, СР, СРТ - симметрии в физике элементарных частиц. СРТ-теорема Людерса-Паули. Нарушение СР-симметрии в распадах к-мезонов. Следствие нарушения Т-инвариантности в слабых взаимодействиях. Сравнение с опытом.	ЛК, СЗ
		3.8	Обобщение на все частицы. Диагональные и недиагональные процессы. Угол Кабиббо. Универсальность константы слабого взаимодействия GF.	ЛК, СЗ
Раздел 4	Типы нейтрино. Их	4.1	Вейлевские и Майорановские нейтрино.	ЛК, СЗ

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
	свойства.		Электронные, мюонные и тауонные нейтрино. Лептонные числа. Различные законы их сохранения.	
		4.2	Проблема массы нейтрино. Способы ее экспериментального определения. Нейтринные осцилляции и их классификация. Теоретические следствия и сравнение с экспериментальными данными.	ЛК, СЗ
		4.3	Атмосферные, солнечные, галактические и космические нейтрино. Их энергетический спектр. Способы экспериментального наблюдения и идентификации потоков различных типов нейтрино. Важность существования нейтрино для астрофизики.	ЛК, СЗ
Раздел 5	Ток-токовая теория СЛВ	5.1	Достоинства и недостатки ток-токовой теории слабого взаимодействия. Простейшие обобщения. Теория с промежуточным векторным бозоном. Ее неперенормируемость. Общие представления о модели Вайнберга-Салама-Глэшоу.	ЛК, СЗ

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – практические/семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. 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 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	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!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Бояркин, О.М. Физика частиц - 2013: От электрона до бозона Хиггса. Квантовая теория свободных полей / О.М. Бояркин, Г.Г. Бояркина. - М.: Ленанд, 2018. - 296 с.
2. Окунь, Л.Б. Физика элементарных частиц / Л.Б. Окунь. - М.: Ленанд, 2018. - 218 с.
3. Проскурякова, Е.А. Физика элементарных частиц: Учебное пособие / Е.А. Проскурякова. - СПб.: Лань, 2016. - 104 с.

Дополнительная литература:

1. С.М. Биленький. Лекции по физике нейтринных и лептон-нуклонных процессов. М.: Энергоиздат, 1981. 283 с.
2. Б. Фелд. Модели элементарных частиц. М.: Мир, 1971. 340 с.
3. Р. Фейнман. Взаимодействие фотонов с ядрами. М.: Мир, 1975. 390 с.
4. Я.П. Терлецкий, Ю.П.Рыбаков. Электродинамика. М.: Высшая школа. 1990.
5. Л.Б. Окунь. Лептоны и кварки. М.: Наука, 1990. 346 с.

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
- 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:*

1. Курс лекций по дисциплине «Теория элементарных частиц и кварков».

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

РАЗРАБОТЧИК:

Доцент

Должность, БУП

Подпись

Самсоненко Николай
Владимирович

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

И.о. директора ИФИТ

Должность БУП

Подпись

Кравченко Николай
Юрьевич

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Профессор

Должность, БУП

Подпись

Лоза Олег Тимофеевич

Фамилия И.О.