

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 26.05.2023 14:17:08
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078e4c98851ca18a

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

Учебно-научный институт гравитации и космологии

(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Введение в классическую теорию поля

(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):

**Гравитация, космология и релятивистская астрофизика.
Реализуется совместно с КазНУ Аль-Фараби на английском языке**

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2023 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Введение в классическую теорию поля» (далее — дисциплины) является предоставление студентам систематических знаний об основах современной фундаментальной теоретической физики, в том числе квантовой теории поля и теории гравитации. Такой основой является хорошо разработанная и, с другой стороны, постоянно развивающаяся теория классических релятивистских полей, включая ее идейную составляющую и формализм, в первую очередь лагранжев подход. Освоение основных принципов и методов классической теории поля совершенно необходимо для успешного дальнейшего восприятия теоретико-физических дисциплин.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины 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 относится к *части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 ОП ВО.*

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения данной дисциплины.

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

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	Современные проблемы физики Философские вопросы естествознания	Классическая теория гравитации Квантовая гравитация Многомерная гравитация
ОПК-1	Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности.	Современные проблемы физики	Классическая теория гравитации Квантовая гравитация Многомерная гравитация

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

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

Вид учебной работы	ВСЕГО, ак.ч.	Семестр(-ы)			
		1	2	3	4
<i>Контактная работа, ак.ч.</i>	36	36			
Лекции (ЛК)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18	18			
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	81	81			
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	27	27			
Общая трудоемкость дисциплины	ак.ч.	144	144		
	зач.ед.	4	4		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Общее понятие физического поля. Фундаментальные релятивистские поля.	Общее понятие физического поля. Фундаментальные поля. Геометрические и “внешние” поля. Отношение между полями и частицами. Поля и взаимодействия. Роль	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Лагранжев подход в теории поля.	поля в квантовой теории. Уравнения поля. Пример: скалярное поле и уравнение Клейна-Гордона (в пространстве Минковского и Римана). Лагранжева теория поля. Критерии выбора лагранжианов. Вариационная процедура и уравнения Эйлера-Лагранжа. Пример: комплексное скалярное поле в римановом пространстве-времени.	
Раздел 2. Инвариантность уравнений поля. Связь инвариантности и законов сохранения.	Инвариантность лагранжиана и уравнений поля. Координатные и внутренние симметрии. Теорема Нетер и (локальные) законы сохранения. Пример: фазовая инвариантность и закон сохранения заряда (для комплексного скалярного поля). Трансляционная инвариантность и тензор энергии-импульса. Вращательная инвариантность и закон сохранения момента импульса. Спиновый момент.	ЛК, СЗ
Раздел 3. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла и законы сохранения	Электромагнитное поле. Лагранжиан и его неоднозначность. Уравнения Максвелла. Калибровочная инвариантность поля. Тензор энергии-импульса. Энергия и импульс электромагнитного поля. Закон сохранения энергии-импульса для системы «поле + частицы». Момент импульса и спин. Электромагнитное поле в римановом пространстве-времени	ЛК, СЗ
Раздел 4. Спинорное поле и уравнения Дирака и Вейля.	Представления группы Лоренца и общая концепция релятивистских полей. Спинорные представления, спиноры. Лагранжиан спинорного поля и уравнения Дирака. Алгебра матриц Дирака и тензорные инварианты спинорного поля. Индефинитность энергии спинорного поля. Понятие о записи уравнений Дирака в римановом пространстве-времени. Дискретные симметрии уравнений поля. P-, T- и C- инвариантность. Уравнения Вейля для «поля нейтрино» и его P- неинвариантность. Общая проблема нарушения четности и ее описание в теории поля. Понятие о CPT-теореме	ЛК, СЗ
Раздел 5. Взаимодействующие поля. Нелинейность и взаимодействие	Нелинейность уравнений поля. Самодействие поля. Пример: нелинейная спинорная теория поля Гейзенберга-Иваненко. Модель взаимодействующих скалярного и спинорного	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	полей. Понятие о частицеподобных (солитоноподобных) решениях. Основные принципы нелинейной электродинамики. Теория Ми и Борна-Инфельда	
Раздел 6. Калибровочные поля и калибровочно-инвариантное взаимодействие	Глобальные и локальные фазовые преобразования. Компенсирующие поля и локальная калибровочная инвариантность. Калибровочная группа. Лагранжиан взаимодействия электромагнитного поля со скалярным и спинорным. Основные представления и свойства частиц в скалярной и спинорной электродинамике.	ЛК, СЗ
Раздел 7. Неабелевы калибровочные преобразования. Поля Янга-Миллса.	Абелевы и неабелевы калибровочные поля. SU(2)-поля Янга-Миллса и их физический смысл. Лагранжиан, уравнения и симметрии полей Янга-Миллса. Условия самодуальности и их связь с уравнениями Янга-Миллса, самодуальные поля. Инстантонные решения и их топологические свойства. Комплексные поля Янга-Миллса и условия комплексной самодуальности. SL(2,C)-поля Янга-Миллса и электромагнитное поле. Статус и симметрии полей Янга-Миллса в теории электрослабых взаимодействий (векторные бозоны) и квантовой хромодинамики (глюоны)	ЛК, СЗ

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – 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,	–

Тип аудитории	Оснащение аудитории	Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости)
	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!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Богуш А.А., Мороз Л.Г. Введение в теорию классических полей – М.: УРСС, 2004. 384 с.
2. Рубаков В.А. Классические калибровочные поля. – М.: УРСС, 1999. 335 с.
3. Балашова С.А. Классическая теория поля. – М.: РУДН, 1997. 116 с.
4. Ахиезер А.И., Берестецкий В.Б. Квантовая электродинамика. – М.: Наука, 1969. 623

Дополнительная литература:

1. Степаньянц К.В. Классическая теория поля. – М.: УРСС, 2009. 540с.
2. Коноплева Н.В., Попов В.Н. Калибровочные поля. — М.: Атомиздат, 1980. 240с.
3. Соколов А.А., Тернов И.М., Жуковскмй В.Ч., Борисов А.В. Калибровочные поля. – М., МГУ, 1986. - 260 с.
4. Раджараман Р. Солитоны и инстантоны в квантовой теории поля. – М.: Мир, 1985. 416 с.
5. Ченг Т.-П., Ли Л.-Ф. Калибровочные теории в физике элементарных частиц. М., Мир, 1987. 624 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 «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:*

1. Курс лекций по дисциплине.
2. Методические указания по самостоятельной работе.

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

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

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

РАЗРАБОТЧИКИ:

Доцент кафедры гравитации и космологии

Должность, БУП

Кассандров В.В.

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Кафедра гравитации и космологии

Наименование БУП

Ефремов А.П.

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Директор УНИГК

Должность, БУП

Ефремов А.П.

Фамилия И.О.