

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 26.05.2023 14:31:54
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078e7c9861ca18a

**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

Физика чёрных дыр и кротовых нор

(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 на английском языке

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2023 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Физика чёрных дыр и кротовых нор» (далее — дисциплины) является изложение теоретических основ и последних достижений в области теории гравитации, физики черных дыр и кротовых нор.

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* |
|-------|---|---|--|
| 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 | Многомерная гравитация Квантовая гравитация |
| 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 | Введение в классическую теорию поля | Многомерная гравитация Квантовая гравитация |

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

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 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> | 9 | 9 | | | |
| <i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i> | 27 | 27 | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины | ак.ч. | 72 | 72 | | |
| | зач.ед. | 2 | 2 | | |

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

| Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы) | Вид учебной работы* |
|--|--|---------------------|
| Раздел 1. Основные положения ОТО и скалярно-тензорных теорий гравитации | Геометрия Минковского. Риманово пространство. Системы отсчёта. Кривизна. Действие для гравитационного поля. Материя и поля в метрических теориях гравитации. | ЛК, СЗ |
| Раздел 2. Симметрии пространства-времени. Сферически-симметричное пространство-время | Группы изометрий и векторы Киллинга. Однородные изотропные космологические модели. Решения Шварцшильда и Райсснера–Нордстрёма. | ЛК, СЗ |
| Раздел 3. Чёрные дыры в ОТО | Чёрная дыра Шварцшильда. Метрика Крускала и диаграммы Картера-Пенроуза. Термодинамика чёрных дыр | ЛК, СЗ |
| Раздел 4. Чёрные дыры в скалярно-тензорной и многомерной гравитации | Преобразование Вагонера. Теория Бранса—Дикке. Регулярные чёрные дыры. | ЛК, СЗ |
| Раздел 5. Кротовые норы | Кротовая нора как машина времени. Требования к виду материи для существования кротовых нор. Точные решения ОТО, описывающие кротовые норы. Астрофизические проявления кротовых нор | 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 | – |

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

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. К.А. Бронников, С.Г. Рубин. Лекции по гравитации по космологии.- М.: МИФИ, 2008.
2. Р.М. Уолд. Общая теория относительности. – М.: РУДН, 2008. – 693 с.

Дополнительная литература:

1. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теория поля. – М.: ФМ, 1973, 504 с.
2. Ю.С. Владимиров. Классическая теория гравитации. – М.: Либроком, 2009. – 264 с.
3. П.К. Рашевский. Риманова геометрия и тензорный анализ. – М.: Наука, 1967. – 664 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:

**Профессор кафедры
гравитации и космологии**

Должность, БУП

Бронников К.А.

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.