

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Ястребов Олег Александрович

Должность: Ректор

Дата подписания: 29.05.2025 16:03:34

Уникальный программный ключ:

sa953a0120d891083f939673078ef1a98%bae18a

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 ЧЕРНЫХ 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

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2025 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Black hole and wormhole physics» входит в программу магистратуры «Гравитация, космология и релятивистская астрофизика» по направлению 03.04.02 «Физика» и изучается в 1 семестре 1 курса. Дисциплину реализует Кафедра гравитации и космологии. Дисциплина состоит из 5 разделов и 5 тем и направлена на изучение основных принципов физики черных дыр и «кротовых нор», являющихся одними из наиболее загадочных и интригующих с научной точки зрения объектов, предсказываемых общей теорией относительности (ОТО) и рядом обобщенных моделей гравитации.

Целью освоения дисциплины является формирование знаний и вычислительных компетенций в части изучения теоретических основ и последних достижений в области теории гравитации (включая ОТО и её обобщения) и применение этих знаний для формулирования понятия черных дыр и «кротовых нор», а также изучения их свойств, включая анализ соответствующих точных решений уравнений Эйнштейна, их симметрий, термодинамики и глобальной причинной структуры с использованием метода диаграмм Картера-Пенроуза.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Физика черных дыр и кротовых нор» 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 «Физика черных дыр и кротовых нор» 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 «Физика черных дыр и кротовых нор».

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		Pedagogical practice;

Шифр	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины/модули, практики*	Последующие дисциплины/модули, практики*
	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		Prediploma practice; Scientific research work; Research Work; Quaternion Algebra, Fractal Space and General Theory of Mechanics; <i>Reference frames**</i> ; <i>Advanced theoretical physics II**</i> ; Relativistic astrophysics and cosmology; Multidimensional gravity; Quantum gravity; Special physics practice; <i>Cosmic electrodynamics**</i> ; <i>Algebra and geometry of space-time**</i> ; <i>Advanced theoretical physics III**</i> ; <i>Particle and quark theory**</i> ; <i>Action-at-a-distance physics**</i> ;

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

** - элективные дисциплины /практики

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Black hole and wormhole physics» составляет «2» зачетные единицы.

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)
			1
Контактная работа, ак.ч.	36		36
Лекции (ЛК)	18		18
Лабораторные работы (ЛР)	0		0
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18		18
Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.	9		9
Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.	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

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)		Вид учебной работы*
Раздел 1	Основные положения ОТО и скалярно-тензорных теорий гравитации	1.1	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	2.1	Группы изометрий и векторы Киллинга. Однородные изотропные космологические модели. Решения Шварцшильда и Райсснера–Нордстрёма.	ЛК, СЗ
Раздел 3	Чёрные дыры в ОТО	3.1	Чёрная дыра Шварцшильда. Метрика Крускала и диаграммы Картера–Пенроуза. Термодинамика чёрных дыр	ЛК, СЗ
Раздел 4	Чёрные дыры в скалярно-тензорной и многомерной гравитации	4.1	Преобразование Вагонера. Теория Бранса—Дикке. Регулярные чёрные дыры.	ЛК, СЗ
Раздел 5	Кротовые норы	5.1	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 – 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. 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 «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 «Физика черных дыр и кротовых нор».

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

РАЗРАБОТЧИК:

профессор УНИГК

Должность, БУП

Подпись

Бронников К. А.

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

Зав. каф. гравитации и
космологии

Должность БУП

Подпись

Ефремов А. П.

Фамилия И.О.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

Директор УНИГК

Должность, БУП

Подпись

Ефремов А. П.

Фамилия И.О.