

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:  
ca953a0120d891083f939673078e7c98851ca18a

**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**

**Релятивистская астрофизика и космология**

---

(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 «Релятивистская астрофизика и космология» (далее — дисциплины) является изучение основ теоретической и релятивистской астрофизики, наблюдательной и теоретической космологии.

## 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)
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки.	УК-6.2 Вырабатывает инструменты и методы управления временем при выполнении конкретных задач, проектов, целей
ОПК-2	Способен в сфере своей профессиональной деятельности организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность для поиска, выработки и принятия решений в области физики.	ОПК-2.1 Оценивает перспективность планируемых исследований с точки зрения трендов развития выбранной научной области

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина относится к *обязательной части 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	Классическая теория гравитации	Теория элементарных частиц
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	Космическая электрогазодинамика Эволюция звезд, динамика галактик

\* - 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>	<b>36</b>	<b>36</b>			
Лекции (ЛК)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)	-	-			
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18	18			
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	<b>81</b>	<b>81</b>			
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	<b>27</b>	<b>27</b>			
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	ак.ч.	<b>144</b>	<b>144</b>		
	зач.ед.	<b>4</b>	<b>4</b>		

#### 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
Раздел 1. Теория переноса излучения в атмосферах звезд	Перенос излучения в непрерывном и дискретном спектре. Методы Шварцшильда-Шустера и Эддингтона. Линии поглощения при когерентном рассеянии и локальном термодинамическом равновесии.	ЛК, СЗ
Раздел 2. Газовые туманности	Свечение газа туманностей. Излучение и поглощение в трехуровневой системе. Ионизация газа туманностей. Возбуждение атомов туманностей.	ЛК, СЗ
Раздел 3. Фоновые излучения	Космическое фоновое электромагнитное излучение. Источники. Астрофизика космических лучей. Тепловое и нетепловое излучение. Синхротронный, обратный комптоновский механизмы.	ЛК, СЗ
Раздел 4. Конечные стадии эволюции звезд	Теоретическое и наблюдаемое распределение масс звезд на конечной стадии их эволюции. Равновесие вырожденного электронного газа белых карликов и вырожденного нейтронного газа нейтронных звезд. Пределы Чандрасекара и Оппенгеймера-Волкова. Условия образования черных дыр.	ЛК, СЗ
Раздел 5. Внегалактическая астрономия	Иерархия астрономических объектов: планеты, звезды, скопления звезд, галактики, группы галактик, скопления галактик, крупномасштабная структура. Темная материя и темная энергия, классификация галактик. Метагалактика.	ЛК, СЗ
Раздел 6. Гравитационные волны и гравитационные линзы.	Энергия гравитационного поля. Псевдотензор. Аналогия с электродинамикой. Формула Эйнштейна для интенсивности излучения гравитационных волн. Источники гравитационных волн. Гравитационные линзы.	ЛК, СЗ
Раздел 7. Космология	Однородные изотропные космологические модели. Метрики Фридмана и де Ситтера. Наблюдательная космология. Космологические сценарии. Физическая космология. Фантомная материя. Большой взрыв и большой разрыв. Анизотропные космологические модели. Уравнение Райчаудури. Проблема происхождения вращения в астрономии.	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, 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. В.В. Соболев. Курс теоретической астрофизики. – М.: Наука, 1985, 504 с.
2. Л.М. Озерной, О.Ф. Прилуцкий, И.Л. Розенталь. Астрофизика высоких энергий. – М.: Атомиздат, 1973, 246 с.
3. Я.Б. Зельдович, И.Д. Новиков. Теория тяготения и эволюция звезд. – М.: Наука, 1971, 484 с.
4. А.Д. Долгов, Я.Б. Зельдович, М.В. Сажин. Космология ранней Вселенной. М.: Изд. Моск. Ун-та, 1988.
5. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теория поля. – М.: ФМ, 1973, 504 с.
6. Я.Б. Зельдович, И.Д. Новиков. Строение и эволюция Вселенной. – М.: Наука, 1975, 735 с.

*Дополнительная литература:*

1. С. Вейнберг. Гравитация и космология. – М.: Мир, 1975, 696 с.
2. М.Рис., Р. Руффини, Дж. Уилер. Черный дыры, гравитационные волны и космология. – М.: Мир, 1977, 736 с.
3. М.В. Сажин. Современная космология в популярном изложении. – М.: УРСС, 2002, 238 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](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\*:*

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

Подпись

**Фильченков М.Л.**

Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

**Кафедра гравитации и  
космологии**

Наименование БУП

Подпись

**Ефремов А.П.**

Фамилия И.О.

**РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

**Директор УНИГК**

Должность, БУП

Подпись

**Ефремов А.П.**

Фамилия И.О.