

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**

Квантовая гравитация

---

(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 «Квантовая гравитация» (далее — дисциплины) является изложение различных подходов к квантованию гравитации и их приложениям к физике черных дыр и 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-1	Способен применять фундаментальные знания в области физики для решения научно-исследовательских задач, а также владеть основами педагогики, необходимыми для осуществления преподавательской деятельности	ОПК-1.1 Знает основные направления развития современной физики и современные методики преподавания физических дисциплин
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;

## 3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина относится к *обязательной части* 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*
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	Классическая теория гравитации	Научно-исследовательская работа
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	Научно-исследовательская работа

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

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 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>54</b>			<b>54</b>	
Лекции (ЛК)	36			36	
Лабораторные работы (ЛР)	-			-	
Практические/семинарские занятия (СЗ)	18			18	
<i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i>	<b>36</b>			<b>36</b>	
<i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i>	<b>18</b>			<b>18</b>	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	ак.ч.	<b>108</b>		<b>108</b>	
	зач.ед.	<b>3</b>		<b>3</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. Классификация схем квантования гравитации	Куб Зельманова. Фундаментальные константы. Планковские единицы. Комптоновская длина, гравитационный и Боровский радиусы. Квантовая механика и квантовая теория поля в искривленном пространстве-времени. Квантовая геометродинамика. Квантование слабых гравитационных полей. Петлевая квантовая гравитация. Супергравитация. Теория суперструн.	ЛК, СЗ
Раздел 2. Квантовая механика заряда в гравитационном поле	Уравнение Шредингера в искривленном пространстве-времени. Нерелятивистский случай с учетом силы ДеВитта. Гравиатом. Волновые функции и энергетический спектр. Водородоподобный и осцилляторный предельные случаи.	ЛК, СЗ
Раздел 3. Электромагнитное и гравитационное излучение гравиатомов	Электрическое дипольное и квадрупольное излучение и гравитационное излучение атома водорода и гравиатома. Характерные размеры системы и характерные частоты излучения. Силы осциллятора. Интенсивности излучения.	ЛК, СЗ
Раздел 4. Квантовая геометродинамика	Уравнение Переса. Суперпространство. Уравнение Уилера-ДеВитта в пространстве 3-геометрий и в минисуперпространстве. Гамильтонова связь.	ЛК, СЗ
Раздел 5. Квантовая космология	Квантование уравнения Фридмана для многокомпонентной среды. Рождение Вселенной как туннелирование. Энергетические уровни и вероятность рождения Вселенной, параметры квантовых космологических моделей и ограничения, налагаемые на них наблюдательной космологией. Рождение вселенной в лаборатории. Квантовый гравитационный коллапс. Квантование анизотропных космологических моделей.	ЛК, СЗ
Раздел 6. Квантовая теория поля в искривленном пространстве-времени	Эффект Казимира. Эффективная температура вакуума. Эффект Хокинга. Испарение черных дыр. Эффект Унру. Горизонт Риндлера. Связь эффективной температуры вакуума с температурной функцией Грина. Рождение частиц. Преобразования Боголюбова. Рождение частиц во фридмановских моделях. Число Эддингтона. Уравнения квантовой теории	ЛК, СЗ

Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)	Вид учебной работы*
	поля для бозонов и фермионов в искривленном пространстве-времени. Конформные преобразования.	

\* - 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. Ч. Мизнер, К. Торн, Дж. Уилер. Гравитация, т.3. - М.: Мир, 1977.
2. А.Д. Долгов, Я.Б. Зельдович, М.В. Сажин. Космология ранней Вселенной. М.:

- Изд. Моск. Ун-та, 1988.
3. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. – М.: ФМ, 1963.
  4. А.А. Гриб, С.Г. Мамаев, В.М. Мостепаненко. Квантовые эффекты в интенсивных внешних полях. – М.: Атомиздат, 1980

*Дополнительная литература:*

1. А.Д. Линде. Физика элементарных частиц и инфляционная космология. – М.: Наука, 1990.
2. И.Д. Новиков. Как взорвалась Вселенная. – М.: Наука, 1988.
3. Дж. Уилер, Предвидение Эйнштейна. – М.: Мир, 1970.
4. В.М. Мостепаненко, Н.Н. Трунов. Эффект Казимира. – М.: Энергоатомиздат, 1990

*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

**М.Л. Фильченков**

Подпись

Фамилия И.О.

### **РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:**

**Кафедра гравитации и  
космологии**

Наименование БУП

**А.П. Ефремов**

Подпись

Фамилия И.О.

### **РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:**

**Директор УНИГК**

Должность, БУП

**А.П. Ефремов**

Подпись

Фамилия И.О.