

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Ястребов Олег Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 13.10.2021 11:51:51  
Уникальный программный идентификатор:  
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

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

**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 совместно с КазНУ Аль-Фараби на английском языке

(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

**2022 г.**

### Цели и задачи дисциплины:

Курс посвящен различным подходам к квантованию гравитации и их приложениям к физике черных дыр и космологии.

1. **Место дисциплины в структуре ООП:** Дисциплина «Квантовая гравитация» относится к дисциплинам вариативной части профессионального цикла основной образовательной программы по направлению 03.04.02 «ФИЗИКА». Предполагается владение студентом знаниями из общей физики в соответствии со следующими компетенциями:

- способность оперировать углубленными знаниями в области математики и естественных наук (УК-1);

- способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности знания и умения, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять своё научное мировоззрение (ОПК-1);

- способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, добиваться нравственного и физического совершенствования своей личности (УК-6).

*(указывается цикл, к которому относится дисциплина; формулируются требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, необходимым для ее изучения; определяются дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей)*

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- свободно владеть фундаментальными разделами физики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (ОПК-1).

*(указываются в соответствии с ФГОС ВО)*

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:** основные подходы к квантованию гравитации.

**Уметь:** использовать в научном процессе знание фундаментальных основ, современных достижений и тенденций в теории гравитации и квантовой теории, профессионально оформлять и представлять результаты исследований;

**Владеть:** основами квантовой теории и общей теории относительности.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		1	2	3	4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	24			24	
В том числе:					
Лекции	16			16	
Практические занятия (ПЗ)					
Семинары (С)	8			8	
Лабораторные работы (ЛР)					
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	84			84	

В том числе:					
Курсовой проект (работа)					
Расчетно-графические работы					
Реферат	36			36	
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>					
Подготовка в семинарских занятиях	46			46	
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	2			2	
Общая трудоемкость	часа	108		108	
	зач. ед.	3		3	

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	<b>Классификация схем квантования гравитации</b>	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.
2.	<b>Квантовая механика заряда в поле Шварцшильда</b>	Уравнение Шредингера в искривленном пространстве-времени. Нерелятивистский случай с учетом силы ДеВитта. Гравиатом. Волновые функции и энергетический спектр. Водородоподобный и осцилляторный предельные случаи.
3.	<b>Электромагнитное и гравитационное излучение гравиатомов</b>	Электрическое дипольное и квадрупольное излучение и гравитационное излучение атома водорода и гравиатома. Характерные размеры системы и характерные частоты излучения. Силы осциллятора. Интенсивности излучения.
4.	<b>Квантовая геометродинамика</b>	Уравнение Переса. Суперпространство. Уравнение Уилера-ДеВитта в пространстве 3-геометрий и в минисуперпространстве. Гамильтонова связь.
5.	<b>Квантовая космология</b>	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.

<b>6.</b>	<b>Квантовая теория поля в искривленном пространстве-времени</b>	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 поля для бозонов и фермионов в искривленном пространстве-времени. Конформные преобразования.
-----------	--	---

*(Содержание указывается в дидактических единицах. По усмотрению разработчиков материал может излагаться не в форме таблицы)*

### **5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами**

Не предусмотрены.

### **5.3. Разделы дисциплины и виды занятий**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семина	СРС	Всего час.
1.	<b>Классификация схем квантования гравитации</b>	2			2	13	17
2.	<b>Квантовая механика заряда в поле Шварцшильда</b>	2			2	14	18
3	<b>Электромагнитное и гравитационное излучение гравитонов</b>	3			1	14	18
4.	<b>Квантовая геометродинамика</b>	3			1	14	18
5.	<b>Квантовая космология</b>	3			1	14	18
6.	<b>Квантовая теория поля в искривленном пространстве-времени</b>	3			1	13	17

### **6. Лабораторный практикум**

Лабораторный практикум не предусмотрен.

### **7. Примерная тематика курсовых проектов (работ)**

### **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

а) 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.

б) 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.

#### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

При чтении лекций и презентации рефератов используются современные информационные технологии.

#### **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:**

В процессе изучения материала студенты знакомятся с литературными источниками по предлагаемой тематике. По окончании курса проводится итоговый контроль знаний (зачет и экзамен).

*(указываются рекомендуемые модули внутри дисциплины или междисциплинарные модули, в состав которых она может входить, образовательные технологии, а также примеры оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации)*

---

#### **Разработчики:**

доцент

УНИГК

М.Л. Фильченков

Должность,

название кафедры,

( инициалы, фамилия)

Должность,

название кафедры,

инициалы, фамилия)

**Директор**

УНИГК

А.П. Ефремов

название кафедры,

инициалы, фамилия