

## Рабочая программа дисциплины

### Космология и гравитация

Кафедра: Физики высоких энергий

**Составитель:** д.ф.м.н. Соловьев Владимир Олегович

Цель дисциплины: Ознакомление с современным состоянием космологии

Задачи дисциплины: Обучить студентов методам решения задач космологии и связям между физикой микромира и Вселенной

Дисциплина базируется на дисциплинах:

1. Кратные интегралы и теория поля
2. Теоретическая механика
3. Теория поля

Дисциплина предшествует изучению дисциплин:

1. Физика за пределами Стандартной Модели
2. Физика легких кварков и киральная динамика

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

Знать: Уравнение Фридмана, современный состав материи во Вселенной, уравнения состояния, уравнения Эйнштейна, решение Шварцшильда, свойства гравитационных волн

Уметь: Экстраполировать состав и свойства материи в прошлое и будущее, решать уравнения движения в сильных и слабых гравитационных полях

Владеть: Методами тензорного анализа и римановой геометрии, теории возмущений, термодинамики и статистической физики в искривленном пространстве-времени

#### Темы.

Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий:

№	Тема (раздел) дисциплины	Семестр	Лекции	Лабораторные работы	Практич. (семинар.) задания	Задания, курсовые работы	Самостоятельная работа
	<i>Тема занятий</i>	<i>(№ семестра, осенний или весенний, курс)</i>	<i>(часы)</i>	<i>(часы)</i>	<i>(часы)</i>	<i>(часы)</i>	<i>(часы)</i>
1	Уравнения Фридмана и их решения	1, осенний, 5 курс	2	-	-	-	2
2	Наблюдательные данные о Вселенной в целом		2				2

3	Свойства ранней Вселенной		4				4
4	Эпоха рекомбинации		2				2
5	Проблема начальных условий и теория инфляции		4				4
6	Математический аппарат ОТО		2				2
7	Решение Шварцшильда и геодезические		2				2
8	Теория возмущений и эффекты ОТО		2				2
9	Гравитационная устойчивость звезд		2				2
10	Уравнения связей ОТО		2				2
11	Гамильтонова формулировка ОТО		2				2
12	Излучение и детектирование гравитационных волн		2				2
13	Гравитационные волны как источник информации о Вселенной		2				2

Основная литература:

Д.С. Горбунов, В.А. Рубаков. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего большого взрыва. – М.: ЛЕНАНД, 2015. - 614 стр.

Д.С. Горбунов, В.А. Рубаков. Введение в теорию ранней Вселенной: Космологические возмущения. Инфляционная теория. - М.: КРАСАНД, 2015. - 555 стр.

С. Вайнберг. Космология. - М.: УРСС, 2012. - 605 стр.

Дополнительная литература:

С чего началась космология: сб. статей / сост. В.И. Мацарский – М. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2014. - 568 стр.

А. Лайтман и др. Сб. задач по теории относительности и гравитации. – М.: «Мир», 1979. – 536 стр.

А.Д. Долгов, Я.Б. Зельдович, М.В. Сажин. Космология ранней Вселенной. – М.: МГУ, 1988. – стр. 199.

Перечень вопросов к экзамену:

1. Как оценить температуру фонового излучения в различные эпохи?
2. Как изменяется состав материи при эволюции Вселенной?
3. Когда можно говорить о термодинамическом равновесии в ранней Вселенной?
4. Какие проблемы ранней Вселенной решает сценарий инфляции?
5. Какова роль энергии вакуума в эволюции Вселенной?
6. Какова причина возникновения неоднородностей в ранней Вселенной?
7. Чем отличаются друг от друга первые космологические модели (Эйнштейна, де Ситтера и Фридмана)?
8. Чем обеспечивается равновесие различных компактных объектов?
9. Что свидетельствует о присутствии темной материи во Вселенной?
10. Какими наблюдениями установлено ускоренное расширение Вселенной?
11. Как может ставиться задача Коши в ОТО?
12. Какой смысл имеет алгебра связей в ОТО?

Примеры контрольных заданий:

1. Вычислить современный возраст Вселенной.
2. Вычислить возраст Вселенной в эпоху рекомбинации.
3. Найти время начала ускоренного расширения Вселенной.
4. Найти время, через которое масштабный фактор метрики удвоится.
5. Оценить необходимый рост масштабного фактора за время инфляции.
6. Вычислить сечение захвата медленно движущихся частиц в метрике Шварцшильда.
7. Вычислить прецессию орбиты финитного движения в метрике Шварцшильда в приближении слабого поля.
8. Найти время радиального свободного падения тела на гравитационный радиус метрики Шварцшильда.