

# **Общая теория относительности**

## **для студентов астрономического отделения**

**6-й семестр:** лекции – 28 часов, зачет

### **Аннотация**

Современная астрономия подошла в своем развитии к этапу, на котором применение ОТО стало необходимостью в самых разных ее разделах. Действительно, точность астрометрических наблюдений (проект Hipparcos, РСДБ, GPS и ГЛОНАСС) достигла  $1 \text{ mas}$ , а будущие астрометрические миссии (GAIA, SIM, J-MAPS) обещают уже в течение 10 лет поднять ее до уровня  $10 \text{ mas}$ . Эфемеридная астрономия основана на релятивистских моделях Солнечной системы и на релятивистских шкалах времени. Астрофизика сверхплотных объектов, и, конечно же, космология используют ОТО для интерпретации наблюдательных данных.

Предлагаемый курс представляет собой введение в ОТО. Он знакомит студентов со специфическим математическим аппаратом (который не изучается студентами в рамках математических курсов) и дает представление об основных свойствах пространства-времени, гравитационного поля, уравнениях движения. После изучения общих теоретических вопросов рассматриваются приложения ОТО к некоторым задачам астрофизики и астрометрии.

*Доцент*

*А.С.Цветков*

## *Программа курса*

Каждый пункт – одна лекция

Общий объем курса – 28 часов

1. Принцип относительности, интервал, преобразования Лоренца, собственное время и длина.
2. Четырехмерные векторы, тензоры, метрический тензор, символ Кронекера, антисимметричный единичный тензор 4-го ранга, дуальные тензоры, полярные и аксиальные векторы. Дифференцирование и интегрирование в тензорном анализе.
3. Релятивистская механика, принцип наименьшего действия. Энергия и импульс. Гравитационное поле в классической и релятивистской механике. Интервал в неинерциальной системе отсчета.
4. Криволинейные координаты. Расстояния и промежутки времени. Ковариантное дифференцирование. Символы Кристоффеля. Связь символов Кристоффеля с метрическим тензором.
5. Движение частицы в гравитационном поле. Геодезические линии. Постоянное гравитационное поле и вращающаяся система отсчета.
6. Тензор кривизны. Тензор Ричи. Скалярная кривизна.
7. Действие для гравитационного поля. Тензор энергии-импульса.
8. Уравнения Эйнштейна. Синхронная система отсчета. Тетрадное представление уравнений Эйнштейна.
9. Центральное-симметричное гравитационное поле. Решение Шварцшильда. Движение в центральное-симметричном гравитационном поле.
10. Гравитационный коллапс сферического тела. Гравитационный коллапс несферических вращающихся тел.
11. Гравитационное поле вдали от тел. Приближенные уравнения системы тел.
12. Гравитационные волны. Сильные и слабые гравитационные волны.
13. Релятивистская космология. Изотропное пространство. Закрытая и открытая изотропная модель. Красное смещение.
14. Измеряемые и координатно-зависимые величины в ОТО. Принципы построения систем отсчета. Релятивистские шкалы времени.

### **Литература:**

#### *Основная:*

1. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц, Теория поля, М., Физматлит, 2003
2. В.А. Фок, Теория пространства, времени и тяготения. Изд. 3, М., УРСС, 2007
3. В.Е.Жаров, Сферическая астрономия, Фрязино, 2006

#### *Дополнительная:*

4. С.Вайнберг, Гравитация и космология, М., Мир, 1975
5. Ч. Мизнер, К. Торн, Дж. Уилер, Гравитация. Т.1-3, М., Мир, 1977
6. Дж. Синг, Общая теория относительности, М., Мир, 1963
7. Р. Пенроуз, Структура пространства-времени, М., Мир, 1972
8. В. Паули, Теория относительности, М., Физматлит, 1991