

**Краткая неофициальная версия программы учебной дисциплины**

Название дисциплины	Астрофизика
Автор программы	Бирюков Антон Владимирович, к.ф.-м.н., доцент ФФ НИУ ВШЭ, снс ГАИШ МГУ им. М.В. Ломоносова
Курс	1-ый курс магистратуры
Модули	3 модуль
Объём курса	1 лекция и 1 семинар в неделю
Элементы контроля	2 контрольные работы, устный экзамен

**1. Аннотация курса**

Курс астрофизики рассчитан на 1 модуль. В нём изучаются основы современной теоретической астрофизики: элементы небесной механики, теории излучения, физики и эволюции звёзд, свойства компактных объектов, галактик, а также свойства и наблюдения гравитационных волн. Курс включает в себя как теоретическое описание основных астрофизических процессов, так и обзор основных наблюдательных методов. Важную часть курса составляют семинарские занятия, на которых будут разбираться классические задачи теоретической и наблюдательной астрофизики.

**2. Программа курса**

Курс «Астрофизика» охватывает следующие темы:

- современная астрофизическая картина мира и её развитие;
- классическая (ньютоновская) теория гравитации и элементы небесной механики;
- теория излучения в применении к астрофизике: поле излучения, распространение излучения, поглощение, формирование спектров;
- теория теплового излучения, функция Планка и её свойства;
- строение и эволюция звёзд разных масс, физические свойства звёзд на разных этапах своей жизни;
- основные характеристики компактных объектов – остатков звёздной эволюции (белые карлики, нейтронные звёзды, чёрные дыры), их физические свойства и методы исследования;
- статистический анализ в современной астрофизике, проблемы слабых сигналов и больших данных;
- гравитационные волны в астрофизике;
- вспышки сверхновых, их физические предпосылки и наблюдаемые свойства;
- свойства нашей и других галактик, эволюция галактик.

**3. Элементы контроля и правила оценивания**

Оценки по всем формам контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

Текущий контроль предусматривает две контрольные работы, выполняемые после 6-го и 10-го занятий. Контрольная работа включает письменное решение от 3 до 5 задач в билете по

темам пройденного материала в течение 2 академических часов.

Итоговый контроль - экзамен в конце 2-го модуля. Проводится устно в формате беседы по программе курса. Билет содержит 2 теоретических вопроса.

Текущая оценка  $O_{\text{текущая}}$  рассчитывается как взвешенная сумма оценок за две контрольные работы:

$$O_{\text{текущая}} = 0,5 * O_{\text{кр1}} + 0,5 * O_{\text{кр2}},$$

где каждая оценка ( $O_{\text{кр1}}$  и  $O_{\text{кр2}}$ ) выставляется по 10-ти бальной шкале. Способ округления – арифметический.

Итоговая оценка определяется соотношением

$$O_{\text{итоговая}} = 0,5 * O_{\text{текущая}} + 0,5 * O_{\text{экз}},$$

где  $O_{\text{экз}}$  – оценка за экзамен.

Студенты, у которых  $O_{\text{текущая}} = 8, 9$  или  $10$  могут зачесть эту оценку автоматически как итоговую, освобождаясь от устного экзамена в конце семестра.

## 4. Примеры заданий элементов контроля

Пример задачи первой контрольной работы:

Яркостная температура некоего радиоисточника равна  $10^{22}$  К. Рассчитайте, на какой частоте проводились наблюдения этого источника, а также определите (и обоснуйте) какому классу объектов он скорее всего принадлежит, если известно что характерное время его переменности составляет 1 мс.

Пример задачи второй контрольной работы:

Рассчитайте амплитуду гравитационно-волнового сигнала (strain) от двойной нейтронной звезды в момент слияния, расположенной на расстоянии 1 килопарсек.

Пример экзаменационного билета:

1. Формула Планка. Интенсивность излучения в волновом и частотном представлении и связь между ними. Закон смещения Вина (вывод).
2. Классификация галактик – «камертон Хаббла». Формирование галактик разных типов в зависимости от начальных параметров.

## 5. Рекомендованная литература и ссылки по теме

### 5.1. Основной список

1. Я.Б. Зельдович, С.И. Блинников, Н.И. Шакура. Физические основы строения и эволюции звёзд. М.: МГУ, 1981. —150 с.
2. А.В. Засов, К.А. Постнов. Общая астрофизика. Фрязино: Век 2. 2011. — 576 с.
3. К.А. Постнов, «Лекции по общей астрофизике для физиков»,  
<http://www.astronet.ru/db/msg/1170612/>

## **5.2. Дополнительный список**

1. С.А. Ламзин. Физика и эволюция звёзд (конспект лекций), [github]
2. К.В. Холшевников, В.Б. Титов. Задача двух тел, Учеб. пособие. – СПб., 2007. – 180 с.
3. G.B. Rybicki, A.P. Lightman. Radiative processes in Astrophysics. Weinheim -- WILEY-VCH, 2004. – 376 с. [github]