

# Программа вступительного испытания по специальности **Астрофизика, звездная астрономия**

## **1. Приборы и методы астрофизики**

- 1.1. Основные параметры приемников излучения в различных диапазонах. Виды приемников излучения.
- 1.2. Оптические телескопы и их основные параметры. Оптические схемы телескопов. Экваториальные и азимутальные установки. Активная и адаптивная оптика. Основные наземные оптические телескопы.
- 1.3. Принципы спектрального анализа. Типы спектральных приборов. Спектральное разрешение и определяющие его факторы.
- 1.4. Солнечные телескопы: целостат, коронограф.
- 1.5. Поляризационные наблюдения в разных диапазонах.
- 1.6. Радиотелескопы, принцип работы. Различные типы антенн (параболические, дипольные, антенные решетки). Эффективная площадь антенны. Размер и форма диаграммы направленности. Основные радиотелескопы.
- 1.7. Принципы интерферометрии. Оптические и радиоинтерферометры. Спекл-интерферометрия.
- 1.8. Внеатмосферные наблюдения. Основные инфракрасные, ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма-обсерватории.
- 1.9. Шкала звездных величин и показателей цвета. Фотометрические системы. Современные методы фотометрии.
- 1.10. Методы определения расстояний до астрономических объектов.
- 1.11. Методы обнаружения экзопланет и определения их параметров.

## **2. Основы теоретической астрофизики**

- 3.1. Основные характеристики поля излучения. Элементарные процессы излучения и поглощения электромагнитных квантов. Космические источники теплового и нетеплового излучения в различных областях спектра.
- 3.2. Механизмы переноса энергии. Уравнение переноса излучения. Локальное термодинамическое равновесие.
- 3.3. Модели звездных атмосфер. Основные предположения и уравнения теории звездных атмосфер. Источники поглощения в континууме в атмосферах звезд и форма непрерывных спектров для звезд различных классов. Эддингтоновский предел светимости.
- 3.4. Механизмы образования линий поглощения. Механизмы уширения линий и профили поглощения. Понятие синтетического спектра. Понятие эквивалентной ширины линий. Кривая роста.
- 3.5. Фотометрические и спектроскопические методы определения эффективной температуры и поверхностного ускорения силы тяжести звезд. Химический состав звездных атмосфер.
- 3.6. Принципы определения скорости вращения и магнитного поля звезд.
- 3.7. Теория космического радиоизлучения. Тормозное излучение плазмы. Магнитотормозное излучение. Синхротронное излучение релятивистских электронов. Обратный Комптон-эффект.

## **3. Солнечная система**

- 3.1. Основные характеристики планет (масса, плотность, характер вращения, свойства атмосферы, магнитные поля, условия на поверхности). Наземные и космические методы исследования тел Солнечной системы.
- 3.2. Малые тела Солнечной системы. Спутники и кольца планет. Астероиды и пояса астероидов. Кометы.
- 3.3. Межпланетная среда: состав, физические и химические свойства.

#### 4. Звезды

- 4.1. Основные характеристики Солнца как звезды. Внутреннее строение. Фотосфера. Хромосфера. Корона. Солнечный ветер. Представление о гелио- и астросейсмологии.
- 4.2. Фигуры равновесия небесных тел.
- 4.3. Основные характеристики звезд. Соотношения между основными параметрами звезд. Распределения звезд по массам и светимостям.
- 4.4. Методы определения масс звезд из наблюдений.
- 4.5. Методы определения размеров звезд из наблюдений.
- 4.6. Источники энергии на различных стадиях эволюции звезд. Уравнения, описывающие внутреннее строение звезд. Строение звезд различных спектральных классов.
- 4.7. Спектральная классификация звезд, ее физическая интерпретация.
- 4.8. Диаграмма Герцшпрунга-Рессела.
- 4.9. Эволюционные треки звезд различной массы на диаграмме Герцшпрунга-Рессела.
- 4.10. Начальные стадии звездной эволюции. Начальная главная последовательность. Звезды типа Т Тельца и Ae/Be Хербига.
- 4.11. Конечные стадии звездной эволюции. Вырожденные звезды (белые карлики), нейтронные звезды. Уравнение состояния вырожденного газа. Предельная масса белых карликов и нейтронных звезд. Черные дыры.
- 4.12. Двойные и кратные звезды. Оценка масс и других характеристик компонентов двойных систем.
- 4.13. Методы определения параметров орбит двойных звезд.
- 4.14. Тесные двойные системы и особенности их эволюции. Аккреция на компактные объекты. Рентгеновские источники в двойных системах. Новые звезды. Барстеры. Катаклизмические переменные.
- 4.15. Переменные и нестационарные звезды.
- 4.16. Пульсирующие переменные (цефеиды, долгопериодические переменные, переменные типа RR Лиры).
- 4.17. Сверхновые звезды, типы сверхновых, наблюдаемые особенности. Современные представления о процессах, приводящих к взрыву. Роль сверхновых в обогащении межзвездной среды тяжелыми элементами.

#### 5. Галактика

- 5.1. Строение Галактики. Звездные населения и подсистемы. Спиральная структура Галактики. Ядро Галактики.
- 5.2. Фазы и компоненты межзвездной среды. Механизмы нагрева и охлаждения межзвездного газа. Молекулярные облака, области HI и HII, корональный газ.
- 5.3. Межзвездная пыль. Собственное излучение пыли. Межзвездное поглощение и его учет.
- 5.4. Звездная кинематика. Движение Солнца относительно звезд. Вращение Галактики. Связь кинематических свойств с пространственным распределением объектов.
- 5.5. Звездная динамика. Фазовая плотность и уравнение Больцмана для звездных систем. Интегралы движения. Теорема вириала и ее применение. Регулярные и иррегулярные силы. Время релаксации. Интеграл столкновений.
- 5.6. Гравитационная устойчивость тонкого вращающегося диска. Дисперсионное уравнение. Спиральные ветви, представление о волнах плотности.
- 5.7. Ударные волны в межзвездной среде. Остатки сверхновых и их эволюция.
- 5.8. Звездные скопления и ассоциации. Определение характеристик по диаграммам Герцшпрунга-Рессела.
- 5.9. Основы теории звездообразования. Гравитационная неустойчивость. Области звездообразования.
- 5.10. Протопланетные диски. Формирование планетных систем. Экзопланеты и

экзопланетные системы.

## 6. Внегалактическая астрономия и элементы космологии

- 6.1. Классификация галактик. Особенности структуры галактик разных морфологических типов.
- 6.2. Размеры, светимость, скорость вращения и масса галактик, методы их определения.
- 6.3. Кривые вращения галактик и проблема существования темного гало.
- 6.4. Галактики с активными ядрами. Квазары.
- 6.5. Шкала расстояний во Вселенной.
- 6.6. Закон Хаббла. Крупномасштабное распределение галактик.
- 6.7. Группы и скопления галактик. Взаимодействующие галактики. Межгалактический газ.
- 6.8. Основные космологические модели, понятие критической плотности и космологической постоянной. Возраст Вселенной. Lambda-CDM модель.
- 6.9. Реликтовое излучение, его происхождение и флуктуации яркости. Ранние стадии расширения Вселенной. Первичный нуклеосинтез.
- 6.10. Проблема образования галактик. Галактики на больших красных смещениях.

### Литература

1. Засов А.В., Постнов К.А. Общая астрофизика, Фрязино: Век-2, 2006.
  2. Соболев В.В. Курс теоретической астрофизики. М.: Наука, 1985.
  3. Мартынов Д.Я. Курс практической астрофизики, М.: Наука, 1977.
  4. Мэров М.Я. Космос: от Солнечной системы вглубь Вселенной, М.: ФИЗМАТЛИТ, 2016.
  5. Звезды. Ред.-сост. Сурдин В.Г. М.: Физматлит, 2008.
  6. Галактики. Ред.-сост. Сурдин В.Г. М.: Физматлит, 2013.
  7. Марочник Л.И., Сучков А.А., Галактика. М.: Наука, 1986.
  8. Бочкарев Н.Г. Основы физики межзвездной среды. Изд. 2-е. М.: УРСС, 2010.
  9. Грей Д. Наблюдения и анализ звездных фотосфер. М.: Мир, 1980.
  10. Михалас Д. Звездные атмосферы. М.: Мир, 1982.
  11. Бисикало Д. В., Жилкин А. Г., Боярчук А. А. Газодинамика тесных двойных звезд. Физматлит, 2013.
  12. Долгов А.Д., Зельдович Я.Б., Сажин М.В. Космология ранней Вселенной. М.: Изд-во МГУ, 1988.
  13. Физика космоса: маленькая энциклопедия. М.: Сов. энциклопедия, 1986.
- Составители: к.ф.-м.н. С.И. Барабанов к.ф.-м.н. С.В. Верещагин д.ф.-м.н. Д.З. Вибе к.ф.-м.н. А.П. Карташова к.ф.-м.н. А.А. Клюйков к.ф.-м.н. Д.А. Ковалева д.ф.-м.н. О.Ю. Малков д.ф.-м.н. Л.И. Машонкина д.ф.-м.н. Л.В. Рыхлова к.ф.-м.н. Н.В. Чупина