

ФГАОУ ВПО "Казанский (Приволжский) федеральный университет"



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной деятельности

Д.К Нургалиев

« 02 » 2012 г.

### Программа кандидатского экзамена

Научная специальность

01.03.02 - Астрофизика и звездная астрономия

Казань 2012 г.

## 1. Вопросы программы кандидатского экзамена по специальности

01.03.02 - Астрофизика и звездная астрономия

### 1. Приборы и методы астрофизики

- 1.1. Оптические телескопы. Оптические схемы рефлекторов и зеркально-линзовых телескопов. Механические конструкции телескопов. Экваториальные и азимутальные установки.
- 1.2. Эффективность телескопов. Аберрации оптических систем, способы их уменьшения. связь с качеством изображения. Методы достижения высокого углового разрешения. Активная и адаптивная оптика.
- 1.3. Принципы спектрального анализа. Спектрографы. Спектральное разрешение и факторы, его определяющие.
- 1.4. Приёмники оптического излучения. Фотоэлектрический умножитель. Приборы с зарядовой связью. Понятие квантового выхода. Линейность, спектральная чувствительность.
- 1.5. Шкала звёздных величин и показателей цвета. Фотоэлектрические системы. Современные методы фотоэлектрической фотометрии.
- 1.6. Радиотелескопы, принцип работы. Различные типы антенн (параболические, дипольные, антенные решётки). Эффективная площадь антенны. Размер и форма диаграммы направленности.
- 1.7. Принцип интерферометрии. Радиоинтерферометры. Метод апертурного синтеза. Радиотелескопы с незаполненной апертурой. Интерферометрия со сверхдлинными базами. Угловое разрешение интерферометров.
- 1.8. Внеатмосферные наблюдения, решаемые задачи. Инфракрасные, ультрафиолетовые, рентгеновские и гамма-обсерватории.

### 2. Солнце и солнечная система

- 2.1. Основные характеристики Солнца как звезды. Внутреннее строение. Фотосфера. Хромосфера. Корона. Солнечный ветер.
- 2.2. Активные образования на Солнце, связь с магнитными полями. Солнечные вспышки и сопровождающие их явления. Рентгеновское излучение Солнца.

### 3. Звёзды

- 3.1. Спектральная классификация звёзд, её физическая интерпретация.
- 3.2. Светимости, эффективные температуры и показатели цвета звезды. Прямые и косвенные методы определения из наблюдений размеров и масс звёзд.

3.3. Источники энергии на различных стадиях эволюции звёзд. Эволюционные треки звёзд различной массы на диаграмме Герцшпрунга-Рессела (диаграмме цвет-светимость). Конечные стадии звёздной эволюции. Вырожденные звёзды (белые карлики), нейтронные звёзды, чёрные дыры, их физические свойства и наблюдаемые проявления. Радиопульсары.

3.4. Двойные и кратные звёзды. Затменно-переменные. Функция масс и оценка масс компонент в двойных системах.

3.5. Тесные двойные системы и особенности их эволюции. Аккреция на компактные звёзды. Рентгеновские источники в двойных системах. Новые звёзды. Барстеры.

3.6. Переменные и нестационарные звёзды. Пульсирующие переменные (цефеиды, долгопериодические переменные, переменные типа RR Лиры). Звёзды с оболочками (Be, МК). Звёзды типа Т Тельца. Объекты Ae/Be Хербига. Катаклизмические переменные.

3.7. Сверхновые звёзды, типы сверхновых, наблюдаемые особенности. Процессы, приводящие к взрыву. Роль сверхновых в обогащении межзвёздной среды тяжёлыми элементами.

#### **4. Основы теоретической астрофизики**

4.1. Элементарные процессы излучения и поглощения электромагнитных квантов. Космические источники теплового и нетеплового излучения в различных областях спектра.

4.2. Механизмы переноса энергии. Уравнение переноса. Локальное термодинамическое равновесие. Эддингтоновский предел светимости.

4.3. Источники поглощения в континууме в атмосферах звёзд и форма непрерывных спектров для звёзд различных классов.

4.4. Модели звёздных атмосфер. Механизмы образования линий поглощения. Понятие эквивалентной ширины линий. Профили линий, механизмы уширения линий. Кривая роста. Химический состав звёздных атмосфер.

4.5. Уравнения, описывающие внутреннее строение звёзд. Строение звёзд различных спектральных классов. Уравнение состояния вырожденного газа. Предельная масса белых карликов и нейтронных звёзд.

4.6. Теория космического радиоизлучения. Тормозное излучение плазмы. Синхротронное излучение релятивистских электронов.

#### **5. Галактика**

5.1. Строение Галактики. Звёздные населения и подсистемы. Спиральная структура Галактики, наблюдаемые проявления. Ядро Галактики.

5.2. Звёздные скопления и ассоциации. Интерпретация диаграмм цвет - звёздная величина.

5.3. Звёздная кинематика. Движение Солнца относительно звёзд. Вращение Галактики. Связь кинематических свойств с пространственным распределением объектов.

- 5.4. Физическое состояние межзвёздного газа. Молекулярные облака, области II и III, корональный газ, мазерные конденсации. Механизмы излучения газа в различных состояниях.
- 5.5. Оптическое излучение межзвёздного газа. Запрещённые линии. Газовые туманности различных типов. Радиолинии. Мазерные источники.
- 5.6. Ударные волны в межзвёздной среде. Остатки сверхновых и их эволюция.
- 5.7. Гравитационная неустойчивость газовой среды и конденсация газа. Протозвёзды и молодые звёзды. Околзвёздные диски. Области звездообразования.
- 5.8. Межзвёздная пыль, наблюдаемые проявления. Собственное излучение пыли. Межзвёздное поглощение и его учет.
- 5.9. Межзвёздные магнитные поля, наблюдаемые проявления. Понятие вмороженности поля. Космические лучи, их проявления, основные источники. Распространение космических лучей в магнитном поле Галактики.

## **6. Внегалактическая астрономия и элементы космологии**

- 6.1. Классификация галактик. Особенности структуры галактик разных морфологических типов. Содержание газа и звездообразование в галактиках.
- 6.2. Размеры, светимость, скорость вращения и масса галактик, принципы их оценок. Проблема существования тёмного гало. Карликовые галактики, наблюдаемые особенности.
- 6.3. Группы и скопления галактик. Взаимодействующие галактики. Межгалактический газ в системах галактик.
- 6.4. Галактики с активными ядрами. Квазары. Представление о механизмах активности.
- 6.5. Шкала расстояний, закон Хаббла. Крупномасштабное распределение галактик.
- 6.6. Фридмановские модели расширяющейся Вселенной, понятие критической плотности и космологической постоянной. Постоянная Хаббла и «возраст» Вселенной.
- 6.7. Реликтовое излучение, его происхождение. Флуктуации яркости. Ранние стадии расширения Вселенной. Первичный нуклеосинтез.

## **2. Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы кандидатского экзамена по специальности**

01.03.02 - Астрофизика и звездная астрономия

### ***Основная литература***

Засова А.М., Постнов К.А. Общая астрофизика, М. Век2, 2006  
В.П.Архипова, С.И.Блинников, С.А.Ламзин, С.Б.Попов, М.Е.Прохоров, Н.Н.Самусь, В.Г.Сурдин, Ю.А.Фадеев, Д.Ю.Цветков “Звезды”, книга из серии “Астрономия и

астрофизика” , под ред. В.Г.Сурдина, Москва, Физматлит, 2008, 428 с.  
Бочкарев Н.Г. Основы физики межзвездной среды, М., Век2, 2010  
Сахибуллин Н.А. Методы моделирования в астрофизике (2 тома) , Казань, 1997, 2003  
Мартынов Д.Я. Курс практической астрофизики, М.: Наука, 1977.  
Мартынов Д.Я. Курс общей астрофизики, М.: Наука, 1988.  
Физика космоса: маленькая энциклопедия, М.: Сов. энциклопедия, 1986.  
Грей Д. Наблюдения и анализ звёздных фотосфер, М.: мир, 1980.  
Куликовский П.Г. Звёздная астрономия, М.: Наука, 1985  
Марочник Л.И., Сучков А.А. Галактика, М.: Наука, 1986.  
Краус Дж. Радиоастрономия, М.: Сов. радио, 1972.  
Липунов В. М. Астрофизика нейтронных звёзд, М.: Наука, 1987.  
Соболев В.В. Курс теоретической астрофизики, М.: Наука, 1985.  
Щеглов П.В. Проблемы оптической астрономии, М.: Наука, 1986.  
Рузмайкин А.А., Соколов Д.Д., Шукуров А.М. Магнитные поля галактик, М.: Наука, 1988.  
Гоффмейстер К., Рихтер Г., Венцель В. Переменные звёзды, М.: Наука, 1990.

#### **Дополнительная литература**

Сим Э., Триттон К. Детекторы слабого излучения в астрономии, М.: Мир, 1986.  
Присли Е. Солнечная магнитодинамика, М.: Наука, 1981.  
Воронцов- Вельяминов Б. А. Внегалактическая астрономия, М.: Наука, 1978.  
Каплан С.А., Пикельнер С.Б., М.: Наука, 1979.  
Спитцер Л. Физические процессы в межзвёздной среде, М.: Мир, 1981.  
Манчестер Р., Тейлор Дж. Пульсары, М.: Мир, 1980.  
Христиансен У., Хегбом И. Радиотелескопы, М.: Мир, 1988.  
Пахольчик А. Радиогалактики, М.: Мир, 1980.  
Москаленко Е.И. Методы внеатмосферной астрономии, М.: Наука, 1984.  
Михалас Звёздные атмосферы, М.: Мир, 1982.  
Рольфе К. Лекции по теории волн плотности, М.: Мир, 1980.  
Шапиро С.А., Тьюкольски С.А. Чёрные дыры, белые карлики и нейтронные звёзды, М.: Мир, 1985.  
Саслау Ч. Гравитационная физика звёздных и галактических систем, М.: 1989.  
Лонгейр М. Астрофизика высоких энергий, М.: Мир, 1984.  
Долгов А.Д., Зельдович Я.Б., Сажин М.В. Космология ранней Вселенной, М.: Изд-во МГУ, 1988.

Программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии Института/факультета

..... КФУ от ..... г., протокол № .....

## СОГЛАСОВАНО

Директор института/декан факультета

\_\_\_\_\_  
(подпись)

— Аганов А.В.  
(Ф.И.О.)

Зав. кафедрой астрономии и  
космической геодезии

\_\_\_\_\_  
(подпись)

— Сахибуллин Н.А.  
(Ф.И.О.)

Зав.отд.аспирантуры и докторантуры .....

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Е.М.Нуриева