

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
СПЕЦИАЛЬНАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(САО РАН)

ПРИНЯТО

решением Ученого совета

САО РАН № 328

от « 4 » июня 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор САО РАН,

член-корр. РАН



Ю.Ю. Балега

2015 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Направление
подготовки

03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Направленность
(профиль) подготовки

**01.03.02 АСТРОФИЗИКА И ЗВЕЗДНАЯ
АСТРОНОМИЯ**

Присваиваемая
квалификация:

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬ.
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ-ИССЛЕДОВАТЕЛЬ**

п. Нижний Архыз
2015

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
01.03.02 Астрофизика и звездная астрономия**

- 1. ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ АСТРОФИЗИКИ**
- 2. ЗВЕЗДЫ**
- 3. ВНЕГАЛАКТИЧЕСКАЯ АСТРОНОМИЯ И ОСНОВЫ КОСМОЛОГИИ**
- 4. СОЛНЦЕ**

1. ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ АСТРОФИЗИКИ И РАДИОАСТРОНОМИИ.

- 1.1. Современные спектрографы высокого и низкого спектрального разрешения
- 1.2. Спектрометры Фабри-Перо.
- 1.3. Спектрометры с преобразованием Фурье.
- 1.4 Методы интегральной полевой спектроскопии в видимом и ИК-диапазонах.
- 1.5. Системы счета фотонов и твердотельные приемники.
- 1.6 Методы измерения параметров Стокса в звездообразных и протяженных объектах.
- 1.7 Новые инструменты в радиоастрономии: LOFAR, ALMA, GRMT, RADIOASTRON, SKA и др.
- 1.8 Приборы и методы измерений в космических экспериментах WMAP и PLANCK.
- 1.9. Каталоги, атласы, базы данных.

Литература

1. *Mediavilla E. et al. 3D Spectroscopy in Astronomy, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2011.*
2. *Trippe S. Polarization and polarimetry: a review, Journal of the Korean Astronomical Society, v.47, pp. 15-39, 2014.*
3. *Белл Р.Дж. Введение в Фурье- спектроскопию.- М.: Мир, 1975.*
4. *Грей Д. Наблюдения и анализ звездных фотосфер. М.: Мир, 1980.*
5. *Зайдель А.Н., Островская Г.В., Островский Ю.И. Техника и практика спектроскопии, М.: Наука, 1972.*
6. *Розенберг Г.В., ВЕКТОР–ПАРАМЕТР СТОКСА (Матричные методы учета поляризации излучения в приближении лучевой оптики), УФН, т.LVI, вып. 1, с.77-110, 1955.*
7. *Уокер Г. Астрономические наблюдения.- М.: Мир, 1990.*
8. *Шерклифф У. Поляризованный свет.- М.: Мир, 1965, 274 с.*
- 1.10. Объект и изображение. Антенна как фильтр пространственных частот. Синтез uv-плоскости.
- 1.11. Типы радиотелескопов и их характеристики. Радиотелескопы с заполненной апертурой. Радиотелескопы с незаполненной апертурой. Радиоинтерферометры со сверхбольшими базами. Глобальный радиотелескоп.
- 1.12. Поляризационные характеристики антенн радиотелескопов.
- 1.13. Настройка радиотелескопов и измерение их параметров.
- 1.14. Сравнение систем радиотелескопов. Радиотелескопы и информация.
- 1.15. Шумовая температура системы радиотелескоп - радиометр и оценки предельных параметров радиометров.
- 1.16. Расчет флуктуационной чувствительности основных схем радиометров. Флуктуационная чувствительность радиометров с учетом особенностей приемных устройств.
- 1.17. Ограничение чувствительности радиометров нестабильностью коэффициента усиления приемника.

- 1.18. Измерение основных характеристик радиометров.
- 1.19. Малошумящие усилители и примеры современных радиометров.
- 1.20. Влияние турбулентности атмосферы и дискретности метagalактического фона на чувствительность радиотелескопов.

1.21. Инструменты и методы радиоастрономических наблюдений Солнца

- 1.21.1. Рефлекторные антенны, используемые для солнечных наблюдений (РАТАН-600 и др.).
- 1.21.2. Многоэлементные решетки (Nobeyama, CCPT, Nancay).
- 1.21.3. Системы апертурного синтеза (WSRT, VLA и др.).
- 1.21.4. Методы построения изображений в радиоастрономии.
- 1.21.5. Особенности приемной аппаратуры для наблюдений Солнца.
- 1.21.6. Особенности приемной аппаратуры и методика для наблюдений Солнца на РАТАН-600. Обработка наблюдательных данных.

Литература:

1. *Proceedings of Nobeyama Symposium, NBO Report 479, «SOLAR PHYSICS WITH RADIO OBSERVATIONS», ed. by T.Bastian, N.Gopalswamy and K.Shibasaki, December 1999.*
2. *Есепкина Н.А., Корольков Д.В., Парийский Ю.Н. Радиотелескопы и радиометры.- М.: Наука, 1973.*
3. *Конникова В.К., Лехт Е.Е., Силантьев Н.А., Практическая радиоастрономия.- М.: Изд-во МГУ, 2011, 340с.*
4. *Текущие обзорные статьи по радиотелескопам и радиометрам. Ссылки см. в отчетах 40 комиссии МАС по радиоастрономии, трудах генеральной Ассамблеи МАС и УРСИ.*
5. *Томпсон Р., Моран Дж., Свенсон Дж. Интерферометрия и синтез в радиоастрономии.- М.: Мир, 1989.*

2. ЗВЕЗДЫ

2.1. Химически пекулярные звезды

- 2.1.1. Химически пекулярные звезды: распространенность, эволюционный статус, химическая неоднородность поверхности.
- 2.1.2. Магнитные поля химически- пекулярных звезд: результаты наблюдений, моделирование, эволюция поля.
- 2.1.3. Магнитные поля в космосе.

Литература:

1. *Романюк И.И., Магнитные CP-звезды главной последовательности. I. Методы диагностики магнитных полей, Бюлл. Спец. астрофиз. обсерв., Т.58, с.64-69, 2005.*
2. *Романюк И.И., Магнитные CP-звезды Главной последовательности II. Физические параметры и химический состав атмосфер, Астрофизический бюллетень, Т.62, №1, с.72-101, 2007.*
3. *Романюк И.И., Магнитные CP-звезды Главной последовательности III. Результаты измерений магнитных полей, Астрофизический бюллетень, Т.65, №4, с.368-402, 2010.*
4. *Романюк И.И., Кудрявцев Д.О., Семенко Е.А., Магнитные поля химически пекулярных звезд. II: Магнитные поля и вращение звезд с сильными и слабыми аномалиями в распределении энергии в континууме, Астрофизический бюллетень, Т.64, №3, с.247-271, 2009.*
5. *Романюк И.И., Семенко Е.А., Кудрявцев Д.О., Результаты измерений магнитных полей CP-звезд, выполненных на 6-м телескопе. I. Наблюдения 2007 года, Астрофизический бюллетень, Т.69, №4, с.451-463, 2014.*

2.2. Звезды предельной светимости

- 2.2.1. Звезды предельной светимости. Верхняя граница диаграммы Герцшпрунга-Рессела. Основные типы звезд предельной светимости: сверхновые, Of, WR, PCyg, гипергиганты, Oe и Be-звезды, звезды на стадии post-AGB.
- 2.2.2. Основные характеристики звезд предельной светимости: массы, спектральные особенности, скорости осевого вращения, турбулентность в атмосферах.
- 2.2.3. Эволюция одиночных массивных звезд, характеристики процесса потери массы, особенности химического состава как проявление звездной эволюции.
- 2.2.4. Эволюция одиночных звезд промежуточных масс, звездный ветер, пульсации (радиальные и нерадиальные), особенности химического состава как проявление звездной эволюции.
- 2.2.5. Оболочки, хромосферы, короны звезд высокой светимости.
- 2.2.6. Звезды предельной светимости в других галактиках. Шкала расстояний.

Литература:

1. Звезды. Сборник/Ред.-сост. Сурдин В.Г. изд. 2-е, испр. и доп. -М.: Физматлит, 2009.,
2. К. де Ягер. Звезды наибольшей светимости. -М.: Мир, 1984.
3. Ключкова В.Г., Исследование физики и эволюции звезд на 6-м телескопе БТА, *Астрофизический бюллетень*, Т.67, №4, с.399-428, 2012.
4. Масевич А.Г., Тутуков А.В. Эволюция звезд: теория и наблюдения. - М: Наука, 1988.
5. Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН: 40 лет. Сборник/Ред. Балега Ю.Ю.- Нижний Архыз, САО РАН, 2006.
6. Ядерная астрофизика. / Ред. Барнс Ч., Клейтон Д., Шрамм Д. -М.: Мир, 1986.

2.3. Звездные объекты в ИК- и радио-диапазонах

- 2.3.1. Фотометрические и спектральные методы наблюдений звезд в ИК-диапазоне. Расположение звезд различных типов на диаграмме ИК-цветов (прото-звезды, звезды Ae-Be Херbiga, T Tau, lambda Bootis, Be, WR, LBV, AGB, post-AGB). Особенности ИК-спектров звезд различных типов.
- 2.3.2. Околзвездные оболочки звезд на различных эволюционных стадиях: геометрия, химический состав, динамика. Исследование околзвездных оболочек с высоким пространственным разрешением.
- 2.3.3. Мазерное излучение звезд: методы и основные результаты наблюдений.
- 2.3.4. Радиозвезды. Звездные ветры. Вспыхивающие и активные двойные систем. Тепловое и нетепловое радиоизлучение звезд. Радиоизлучение рентгеновских двойных звезд - микрокварзов. Релятивистские эффекты в радиоизлучении струйных выбросов микрокварзов.

Литература:

1. *Galactic and Extragalactic radio astronomy*, Eds. Gerrit L. Verschuur, Kenneth I. Kellermann.- Springer New York, 1988.
2. *ISO's view on stellar evolution. Astrophys. Space Sci.*, v.255, 1997/1998.
3. S.Kwok. *Proto-planetary nebulae. Ann. Rev. Astron. Astrophys.*, vol.31, p.63.
4. van der Veen V.E.C.J., Habing H.J. 1988. *The IRAS two-colour diagram as a tool for studying late stages of stellar evolution. Astron. Astrophys.*, vol.194, p.125.
5. де Ягер К. Звезды наибольшей светимости. - М.: Мир, 1984.
6. *Космические мазеры. / Сб. под ред. Слыша В.И. -М.: Мир, 1973.*
7. Трушкин С.А., *Наблюдения и теория радиоизлучения звезд, Лекции для студентов-практикантов, САО, 2001.*
8. Уилсон Т., Рольфс К., Хюттемейстер С., *Инструменты и методы радиоастрономии, перевод с англ. под ред. Трушкина С.А. (при участии Верходанова О.В.), 5-е издание, М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012, 567с.*

9. *Физика космоса./ Ред. Р.А. Сюняев и др. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Сов. энциклопедия, 1986, 783 с.*

3. ВНЕГАЛАКТИЧЕСКАЯ АСТРОНОМИЯ И ОСНОВЫ КОСМОЛОГИИ

- 3.1. Методы определения расстояний до галактик
- 3.2. Структурные классификации Хаббла, Вокулера, ван ден Берга.
- 3.3. Основные обзоры, каталоги и атласы галактик.
- 3.4. Интегральные параметры галактик, функции светимостей и диаметров.
- 3.5. Звездные подсистемы в галактиках, законы распределения яркости, кинематические параметры подсистем.
- 3.6. Вращение галактик по оптическим и радиоданным. Методы определения массы. Динамические модели.
- 3.7. Газовая и пылевая составляющие: физические условия в межзвездной среде.
- 3.8. Спиральная структура, форма и население рукавов, теории происхождения спирального узора.
- 3.9. Ядра галактик, их наблюдаемые параметры и активность.
- 3.10. Радиогалактики и квазары. Инфракрасные свойства галактик.
- 3.11. Пекулярные галактики, объекты Сейферта, Маркаряна, Цвикки. Природа активности.
- 3.12. Местная группа галактик, структура и население ближайших объектов.
- 3.13. Группы и скопления галактик, методы выделения пар, групп и скоплений. строение и динамика систем, проблема скрытой массы.
- 3.14. Корреляционная функция галактик, приемы кластерного анализа.
- 3.15. Особенности крупномасштабной структуры Вселенной, нехаббловские движения, строение и кинематика Местного сверхскопления.
- 3.16. Оптические и радиосвойства квазаров. Объекты с большими красными смещениями и условия в межгалактической среде.
- 3.17. Внегалактические рентгеновские источники. Горячий газ в скоплениях.
- 3.18. Космологические уравнения Фридмана. Связь между основными наблюдательными величинами. Реликтовое излучение. Фоновые излучения Метагалактики в различных диапазонах.
- 3.19. Теория горячей Вселенной. Этапы эволюции Вселенной. Эволюция возмущений и флуктуации реликта. Модели происхождения галактик и их систем.
- 3.20. Эффекты гравитационного линзирования. Слабое гравлинзирование и оценка массы скоплений галактик.

Литература:

1. *Struck C., Galaxy collisions, Physics Reports, Vol. 321, No. 1 - 3, p. 1 – 137.*
2. *Барышев Ю.В., Теерикорпи П. Фрактальная структура Вселенной. Очерк развития космологии.- Нижний Архыз, САО РАН, 2005.*
3. *Верходанов О.В., Парийский Ю.Н., Радиогалактики и космология.- М.: Физматлит, 2009.*
4. *Галактики/ Сб. под ред. Сурдина В.Г.- М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013.*
5. *Горбацкий В. Г. Введение в физику галактик и скоплений галактик. - М.: Физматгиз, 1986, 256 с.*
6. *Горбунов Д.С., Рубаков В.А, Введение в теорию ранней Вселенной. Космологические возмущения. Инфляционная теория. -М.: КРАСАНД, 2010, 568 с.*
7. *Горбунов Д.С., Рубаков В.А. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория горячего Большого взрыва. -М.: ЛКИ, 2008, 552с.*
8. *Засов А.В., Постнов К.А. Общая астрофизика. - Фрязино, 2006, 496 с.*
9. *Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Строение и эволюция Вселенной.- М.:1975.*
10. *Итоги науки и техники, т.18, М.: ВИНТИ, 1981 (обзоры Засова, Аракеяна).*

11. *Итоги науки и техники, т.31, М.: ВИНТИ, 1986 (обзоры Зельдовича, Струкова, Парийского).*
12. *Караченцев И.Д. Двойные галактики.- М.: Наука, 1987.*
13. *Крупномасштабная структура Вселенной. /Ред. Лонгейр М., Эйнасто Я.- М.: Мир, 1981.*
14. *Лукаш В.Н., Михеева Е.В. Физическая космология, М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. 404 с.*
15. *Насельский, Д. И. Новиков, И. Д. Новиков. НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОЙ КОСМОЛОГИИ. -М.: Наука, 2003, 390 с.*
16. *Обзорные статьи разных авторов по галактикам в журнале PASP за 2000-2014 гг.*
17. *Пибблс Дж. Структура Вселенной в больших масштабах, пер. с англ.- М.: Мир, 1983.*
18. *Происхождение и эволюция галактик и звезд. / Ред. Пикельнер С.Б. -М.: Наука. 1976.*
19. *Шаров А.С. Туманность Андромеды.- М.: Наука, 1982.*

4. ФИЗИКА СОЛНЦА

4.1. Структура солнечной атмосферы: фотосфера, пятна, флоккулы, волокна, грануляция, хромосфера, супергрануляция, корона, активные области, корональные дыры, протуберанцы, корональные выбросы масс. Солнечный ветер. Радиоизлучение спокойного Солнца.

4.2. Механизмы солнечного радиоизлучения. Параметры плазмы солнечной атмосферы и МГД-волны в ней. Магнитные поля на Солнце. Циклотронный мазер. Перенос поляризованного радиоизлучения в плазме и рассеяние радиоволн в короне. Спорадическое излучение Солнца: вспышки и радиовсплески. Стандартные модели солнечной атмосферы и нагрева короны.

4.3. Методы исследования Солнца и его атмосферы от рентгена до радиодиапазона. Гелиографы, спектрографы, магнитографы. Современные космические и наземные солнечные обсерватории.

Литература

1. *Vogod V.M., Stupishin A.G. , Yasnov L.V. On Magnetic Fields of Active Regions at Coronal Heights, Solar Phys., 276, 61, 2012*
2. *Алтынцев А.Т., Кашапова Л.К. Введение в радиоастрономию Солнца. -Иркутск : Изд-во ИГУ, 2014.*
3. *Железняков В.В. Излучение в астрофизической плазме, гл. 4,5,6,7. - М.: Наука, 1997.*
4. *Железняков В.В. Электромагнитные волны в космической плазме, Гл. 1,3,4,6.-М.: Наука, 1977.*
5. *Каплан С.А., Цытович В.Н. Плазменная астрофизика. Гл. 2.- М.: Наука, 1972.*
6. *Крюгер А. Солнечная радиоастрономия и радиофизика.- М.: Мир,1984.*
7. *Прист Э.Р. Солнечная магнитогидродинамика. Пер. с англ. Гл. 7,8,9,10.- М.: Мир, 1985.*
8. *Рудницкий Г.М. Конспект лекций по курсу "Радиоастрономия". -Нижний Архыз: Изд. CYGNUS, 2001, 208с.*
9. *Сомов Б.В. Космическая электродинамика и физика Солнца. М.: Изд-во МГУ, 1993, 287с.*
10. *Уилсон Т., Рольфс К., Хюттемейстер С. Инструменты и методы радиоастрономии. /под ред С.Трушкина.- М.: Физматлит, 2012.*