

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
СПЕЦИАЛЬНАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК



20 января 2012 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**по дисциплине**

**«Интерферометрия астрономических объектов»**

Направление подготовки: Астрофизика

Всего учебных часов: 72

Из них

Кол-во лекций: 32

Кол-во часов на самостоятельную работу: 36

Кол-во лабораторных занятий: 4

Нижний Архыз

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федеральных государственных требований к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования для обучающихся в аспирантуре, утвержденными приказом Министерства образования и науки РФ от 16 марта 2011г. № 1365, рекомендациями Министерства образования и науки РФ от 22 июня 2011 г. N ИБ-733/12 о формировании основных образовательных программ послевузовского профессионального образования, программы-минимум кандидатского экзамена, утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 08 октября 2007 г. № 274.

Авторы: руководитель Группы методов астрономии высокого разрешения, к.ф.-м.н., с.н.с. Малоголовец Е.В. и м.н.с. Дьяченко В. В.

Программа одобрена на заседании ученого совета САО РАН от 22 декабря 2011г., протокол № 296.

## 1. Общие положения

Интерферометрия астрономических объектов – это раздел наблюдательной астрономии, который включает в себя методы получения изображений астрономических объектов с высоким угловым разрешением, вплоть до дифракционного предела инструмента. Методы получения изображения объектов с дифракционным разрешением на одиночном телескопе базируются на теории формирования изображения объекта при прохождении световой волны сквозь турбулентную атмосферу. Изучение пространственной структуры даже самых ярких объектов классическими методами с разрешением, превышающим 1–2 угловые секунды невозможно. Для восстановления структуры объекта в методах высокого пространственного разрешения используются математические алгоритмы, базирующиеся на операциях свертки, корреляции и фурье-анализа.

В процессе изучения курса аспирант изучит основы интерферометрии астрономических объектов, получит навыки работы в программах восстановления изображений небесных тел, позволяющие проводить фурье-анализ изображений, вычислять модуль и фазу фурье-спектра и однозначно реконструировать информацию о пространственной структуре объектов.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

### **Знать:**

- современные технологии получения наблюдательных данных для астрономических объектов с разрешением вплоть до дифракционного;
- методы теоретического анализа наблюдений;
- способы определения позиционных параметров двойных и кратных звезд, отношения яркости компонент, размеров небесных тел по восстановленным изображениям.

### **Уметь:**

- использовать методики фурье-анализа спекл-изображений;
- использовать всемирные банки информации при проведении исследований;
- корректно обрабатывать серии спекл-изображений, спектры мощности и автокорреляционные функции;
- определять физические параметры звезд по результатам восстановления спекл-изображений.

### **Владеть:**

- навыками работы с комплексом программ SPECKLE, уметь проводить спекл-интерферометрические наблюдения кратных звезд, работать со штатным спекл-

- интерферометром телескопа БТА,
- методиками анализа спекл-изображений,
  - основными методами определения позиционных параметров, разности блеска между компонентами кратных звезд, конфигурации компонент в системе,
  - способами качественной и количественной оценки точности результатов.

## 2. Структура и содержание дисциплины «Интерферометрия астрономических объектов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости
		Л	ЛЗ	СР	
1	Введение в методы астрономии высокого разрешения. Основные понятия.	2		2	
2	Турбулентность атмосферы и разрешение телескопа. Формирование астрономических изображений телескопом.	2		2	
3	Принципы интерферометрии.	2	2	4	
4	Методы восстановления по интерферометрическим данным. Спекл-интерферометрия.	5		5	
5	Методы накопления с сохранением фазовой информации.	2		2	
6	Спекл-интерферометрия кратных звезд. Спекл-интерферометрия протяженных объектов.	7		7	
7	Спекл-интерферометр. Функция спекл-интерферометра. Типы спекл-интерферометров.	2	2	4	
8	Спекл-интерферометрические наблюдения. Наблюдения в видимом и инфракрасном диапазонах.	2	8	10	Зачет
	<b>Баланс времени</b>	<b>24ч</b>	<b>12ч</b>	<b>36ч</b>	<b>72ч</b>

## 3. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Текущий контроль осуществляется по результатам работы на лабораторных занятиях. Итоговый контроль – зачет.

## ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### «Интерферометрия астрономических объектов»

1. Каковы основные принципы формирования астрономических изображений телескопом?
2. Что такое параметр Фрида? Перечислите методы оценки атмосферного качества изображений?
3. Чем определяется передаточная функция спекл-интерферометрии?
4. Каковы необходимые условия для регистрации спекл-изображений астрономических объектов?
5. Перечислите методы накопления астрономических изображений с сохранением фазовой информации вплоть до дифракционного предела разрешения телескопа.
6. Перечислите способы компенсации атмосферной дисперсии.
7. Назовите принципы выбора оптимальных соотношений параметров фильтров для спекл-интерферометрических наблюдений.
8. Какие методы определения позиционных параметров кратных звезд?
9. Какие требования предъявляются к светоприемникам, используемым в спекл-интерферометрических системах?

#### **4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **«Интерферометрия астрономических объектов»**

#### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А.А. Токовинин, Звездные интерферометры, М: Наука, 1988
2. Сойфер В.А. (ред.), Методы компьютерной обработки изображений. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003
3. Сойфер В.А. (ред), Методы компьютерной оптики: Учебное пособие. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003
4. Albert Tarantola, Inverse problem theory and methods for model parameter estimation, 2005
5. Tony F. Chan and Jianhong Shen, Image processing and Analysis, 2005
6. Домненко В.М., Бурсов М.В., Иванова Т.В., Моделирование формирования оптического изображения: Учебное пособие. - СПб: НИУ ИТМО, 2011
7. Рэндалл Р.Б. Частотный анализ, Дания: ДК-2850 Нэрум, 1989
8. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А., Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002

9. Франсон М. Оптика спеклов, М.: Мир, 1980

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Scholz Michael, Mira science with interferometry: a review Interferometry for Optical Astronomy II. Edited by Wesley A. Traub. Proc. of the SPIE, Vol. 4838, pp. 163-171, 2003
2. Roddier, F., The effects of atmospheric turbulence in optical astronomy, In: Progress in optics. Volume 19. Amsterdam, North-Holland Publishing Co., p. 281-376, 1981
3. Labeyrie, A., Stellar interferometry methods, In: Annual review of astronomy and astrophysics. Vol. 16, Palo Alto, Calif., Annual Reviews, Inc., p. 77-102, 1978
4. Dainty, J. C., The transfer function, signal-to-noise ratio, and limiting magnitude in stellar speckle interferometry, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, vol. 169, p. 631-641, 1974
5. Fried, D. L., Angular dependence of atmospheric turbulence effect in speckle interferometry, In: High angular resolution stellar interferometry; Proceedings of the Colloquium, College Park, Md., August 30-September 1, 1978, Sydney, Australia, University of Sydney, pp.1-26, 1979
6. Balega I. I., Balega, Y. Y., Hofmann K.-H., Maksimov A. F., Pluzhnik E. A., Schertl D., Shkhagosheva Z.U., Weigelt G., Speckle interferometry of nearby multiple stars, Astronomy and Astrophysics, v.385, p.87-93, 2002

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Комплекс программ SPECKLE для определения позиционных параметров, разности блеска кратных звезд и восстановления спекл-изображений.
2. <http://ad.usno.navy.mil/wds/dsl.html>