

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

ПРИНЯТО

решением Ученого совета

САО РАН № 322

от «16» сентября 2014 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по специальной дисциплине

НАИМЕНОВАНИЕ: «ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В
СПЕКТРОСКОПИИ ЗВЕЗД»

Направление
подготовки

03.06.01 ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

Направленность
(профиль) подготовки

**01.03.02 АСТРОФИЗИКА И ЗВЕЗДНАЯ
АСТРОНОМИЯ**

Присваиваемая
квалификация:

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬ.
ПРЕПОДАВАТЕЛЬ-ИССЛЕДОВАТЕЛЬ**

Объем занятий:	Итого	36 ч.	1 з.е.
Из них:			
Лекций		24 ч.	
Лабораторных работ		10 ч.	
Практических занятий			
Самостоятельной работы		2 ч.	

п. Нижний Архыз
2014

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (Уровень высшего образования, Подготовка кадров высшей квалификации, Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. N 867, программы-минимум кандидатского экзамена, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 08 октября 2007г. № 274 и дополнительной программы кандидатского экзамена, принятой на заседании Ученого совета и утвержденной директором САО РАН.

Автор: д.ф.-м.н., главный научный сотрудник САО РАН, проф. по специальности В.Е. Панчук.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Спектральное разрешение R дифракционного спектрографа, установленного на телескопе большого диаметра D , прямо пропорционально диаметру коллимированного пучка d и обратно пропорционально D . В последние четверть века диаметры телескопов D растут быстрее, чем диаметры d . Диаметр коллимированного пучка d определяется возможностями технологии изготовления нарезных дифракционных решеток, где уже достигнуты пределы по величине заштрихованной площади. При увеличении d увеличиваются габариты спектрографа, условия в объеме последнего все труднее стабилизировать. Для систем среднего спектрального разрешения $R \sim 10000$ резервы дифракционной спектроскопии еще сохраняются, тогда как для $R > 100000$ проблема уже признана. В теоретической спектроскопии со времен работы Жакино известно, что по величине произведения LR , (где L - светосила по потоку), в иерархии спектральных приборов интерферометр превосходит дифракционную решетку, которая, в свою очередь, превосходит призму. В спектроскопии звезд с высоким спектральным разрешением переход от призмных спектрографов к дифракционным состоялся еще в середине XX века, а необходимость развития интерференционно-дифракционных систем сегодня осознается единицами. Поэтому предлагаемый курс ориентирован скорее на перспективу, чем на подготовку специалистов, способных работать на уже существующих дифракционных спектрографах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Интерферометрические методы в спектроскопии звезд» - Б1.В.ДВ.14 относится к дисциплинам по выбору аспиранта вариативной части блока 1 «Дисциплины».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Интерферометрические методы в спектроскопии звезд», являются базовые дисциплины бакалавриата, магистратуры и специалитета, дисциплина базовой части Б1.Б.2 «Иностранный язык» и обязательные дисциплины вариативной части Блока 1 - Б1.В.ОД.3 «Спектроскопия звезд и звездная эволюция», Б1.В.ОД.4 «Компьютерная обработка результатов измерений», Б1.В.ОД.5 «Астрономические светоприемники».

Дисциплина «Интерферометрические методы в спектроскопии звезд» логически, содержательно и методически связана с последующими блоками учебного плана – 3 «Научно-исследовательская работа», 4 «Государственная итоговая аттестация» - Б3.1, Б4.Г.1, Б4.Д.1.

3. КОМПЕТЕНЦИИ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 НАИМЕНОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ

Индекс	Расшифровка
УК-1	-способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
	-готовность участвовать в работе российских и международных

УК-3	исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;
УК-4	-готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках;
ОПК-1	-способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;
ПК-1	-способность свободно владеть разделами астрофизики, необходимыми для проведения фундаментальных и прикладных научных исследований;
ПК-2	-способность обеспечивать наблюдения на современных телескопах по научным программам отечественных и зарубежных исследователей;
ПК-3	-способность использовать знания современных проблем и новейших достижений астрофизики в своей научно-исследовательской деятельности;

3.2 СТРУКТУРА И КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ КОМПЕТЕНЦИЙ

Аспирант должен знать:

- перечисленную учебно-методическую и научную литературу, включая работы научного руководителя в данном направлении (УК-1, УК-4, ПК-1);
- особенности получения спектроскопических данных высокого и сверхвысокого разрешения (УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3);
- технические характеристики интерференционных приборов промышленной разработки (ПК-1, ПК-2).

Аспирант должен уметь:

- применять системы обработки астрономических данных (SIMBAD, MIDAS, IRAF, DECH) (УК-3, УК-4, ОПК-1, ПК-1, ПК-3);
- использовать графический материал, получаемый в результате обработки данных, при подготовке публикуемых результатов (УК-4, ОПК-1);
- осуществлять поиск дополнительной информации (оригинальные исследования, технические описания приборов, инструкции по использованию наблюдательных данных) (УК-1, УК-4, ОПК-1);
- выполнять оценочные расчеты проектируемого интерференционно-дифракционного спектрографа (ПК-1, ПК-2).

Аспирант должен владеть:

- техникой наблюдений на спектральной аппаратуре, созданной в лаборатории астроспектроскопии САО РАН (УК-3, ОПК-1, ПК-2);
- пакетами обработки данных, созданными для конкретных спектрографов (ОПК-1, ПК-3);
- методами статистической обработки данных (УК-1, ПК-1);
- методами проведения экспериментов на стандартных лабораторных спектрографах (ОПК-1, ПК-1).

3.3 ПЛАНИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИЙ

УРОВНИ

СФОРМИРОВАННОСТИ

Уровни сформированности	Индикаторы	Дескрипторы	
		«зачтено»	«не зачтено»
Базовый	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечисленную учебно-методическую и научную литературу, включая работы научного руководителя в данном направлении; - особенности получения спектроскопических данных высокого и сверхвысокого разрешения; - технические характеристики интерференционных приборов промышленной разработки. 	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечисленную учебно-методическую и научную литературу, включая работы научного руководителя в данном направлении; - особенности получения спектроскопических данных высокого и сверхвысокого разрешения; - технические характеристики интерференционных приборов промышленной разработки. 	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - особенности получения спектроскопических данных высокого и сверхвысокого разрешения.
	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять системы обработки астрономических данных (SIMBAD, MIDAS, IRAF, DECH); - использовать графический материал, получаемый в результате обработки данных, при подготовке публикуемых результатов; - осуществлять поиск дополнительной информации (оригинальные исследования, технические описания приборов, инструкции по использованию наблюдательных данных); - выполнять оценочные расчеты проектируемого интерференционно-дифракционного спектрографа. 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять системы обработки астрономических данных (SIMBAD, MIDAS, IRAF, DECH); - использовать графический материал, получаемый в результате обработки данных, при подготовке публикуемых результатов; - осуществлять поиск дополнительной информации (оригинальные исследования, технические описания приборов, инструкции по использованию наблюдательных данных); - выполнять оценочные расчеты проектируемого интерференционно-дифракционного спектрографа. 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять системы обработки астрономических данных (SIMBAD, MIDAS, IRAF, DECH); - использовать графический материал, получаемый в результате обработки данных, при подготовке публикуемых результатов.
	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - техникой наблюдений на спектральной 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - техникой наблюдений на спектральной 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами статистической

	аппаратуре, созданной в лаборатории астроспектроскопии САО РАН; - пакетами обработки данных, созданными для конкретных спектрографов; - методами статистической обработки данных; - методами проведения экспериментов на стандартных лабораторных спектрографах.	аппаратуре, созданной в лаборатории астроспектроскопии САО РАН; - пакетами обработки данных, созданными для конкретных спектрографов; - методами статистической обработки данных; - методами проведения экспериментов на стандартных лабораторных спектрографах.	обработки данных; - методами проведения экспериментов на стандартных лабораторных спектрографах.
--	---	---	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетную единицу 36 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Самостоят. работа	
1.	Интерференционные явления. Пространственная и временная когерентность источника. Типы источников излучения. Виды интерференционных полос и их характеристики. Локализация интерференционной картины.	2				
2.	Типы интерференционных систем. Многолучевая интерференция. Интерференционные системы с полосами наложения.	2				
3.	Двухлучевые интерферометры и их характеристики. Интерферометр Майкельсона. Интерферометры Цендера-Маха и Рождественского. Трехзеркальные и четырехзеркальные интерферометры. Интерферометры сдвига.	4				
4.	Многолучевые интерферометры. Трехлучевые и четырехлучевые интерферометры. Интерференционные фильтры. Интерферометр Фабри-Перо.	2				

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля
	Многолучевые мультиплексы.					
5.	Интерферометр Фабри-Перо (ИФП). Угловая и линейная дисперсии. Свободный спектральный интервал (область дисперсии). Разрешающая способность. Устройство и юстировка интерферометра. Сложный интерферометр (мультиплекс). Спектральные приборы с ИФП. Скрещивание дисперсии ИФП с диспергирующим элементом другого типа. Способы регистрации интерферограмм. Светосила прибора с ИФП, по освещенности и потоку. Сравнение светосилы призмных и дифракционных спектрометров и спектрометра Фабри-Перо.	4			2	текущий зачет
6.	Интерферометр белого света с внешней постдисперсией. Интерферометрические методы измерения доплеровских смещений.	4				текущий зачет
7.	Интерференционно-поляризационные устройства. Поляризационный спектрометр Серковского.	2				
8.	Интерференционные методы измерений. Лабораторные измерения длин волн спектральных линий. Измерение ширины контура линии. Исследование аномальной дисперсии. Измерения показателя преломления.	2				
9.	Методы обработки интерферограмм. Приближенное определение порядка интерференции. Определение дробной части порядка и точного значения целой части порядка (метод совпадения дробных частей).	2				
10.	Расчет интерферометра Фабри-Перо.		2			
11.	Сборка и юстировка ИФП.		2			
12.	ИФП со скрещенной дисперсией (призмный спектрограф, внешняя установка).		2			
13.	ИФП со скрещенной дисперсией (дифракционный спектрограф, внешняя установка).		2			
14.	Оптоволоконный спектрограф с ИФП на внутренней установке.		2			итоговый зачет
Баланс времени:		24 ч	10 ч		2 ч	36 ч

5. НАИМЕНОВАНИЕ И ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма проведения
1.	Тема 10. Расчет интерферометра Фабри-Перо.	2	разноуровневые индивидуальные задания
2.	Тема 11. Сборка и юстировка ИФП.	2	разноуровневые индивидуальные задания
3.	Тема 12. ИФП со скрещенной дисперсией (призмный спектрограф, внешняя установка).	2	разноуровневые индивидуальные задания
4.	Тема 13. ИФП со скрещенной дисперсией (дифракционный спектрограф, внешняя установка).	2	разноуровневые индивидуальные задания
5.	Тема 14. Оптоволоконный спектрограф с ИФП на внутренней установке.	2	разноуровневые индивидуальные задания, итоговый зачет
Баланс времени:		10 ч	

6. НАИМЕНОВАНИЕ И ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ АСПИРАНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На первом этапе необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, в которой рассмотрено содержание тем дисциплины лекционного курса, лабораторных и практических занятий и самостоятельной работы. Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации, представленным в п.9 рабочей программы.

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

Текущий контроль осуществляется по результатам работы на лабораторных занятиях (текущий зачет). Промежуточный контроль – опрос на лекциях по предыдущим темам.

Итоговым контролем является итоговый зачет по дисциплине.

Итоговый зачет проводится на завершающем лабораторном занятии.

8.2 ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющий оценить уровень сформированности компетенций, представлен следующими компонентами:

Код оцениваемой компетенции	Этап формирования компетенции (№ темы)	Тип контроля	Вид контроля	Компонент фонда оценочных средств	Кол-во эл-тов, шт.
УК-1 УК-3 УК-4 ОПК-1 ПК-1	Темы 10-14	текущий	электронный	лабораторная работа	5
ПК-2 ПК-3	Темы 5, 6	текущий зачет	устный	индивидуальное задание	2
	Темы 1 - 14	итоговый зачет	устный	вопросы к зачету	9

8.3 КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

При сдаче итогового зачета по дисциплине отметка «зачет» выставляется, если аспирант демонстрирует знание основного материала, излагает его, применяет теоретические положения при решении практических задач.

Отметка «не зачет» выставляется в случае, если аспирант не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки в изложении основного материала, не может увязывать теорию с практикой.

8.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИТОГОВОГО ЗАЧЕТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Интерференционные явления.
2. Типы интерференционных систем.
3. Двухлучевые интерферометры и их характеристики
4. Многолучевые интерферометры.
5. Интерферометр Фабри-Перо (ИФП).
6. Интерферометр белого света с внешней постдисперсией.
7. Интерференционно-поляризационные устройства.
8. Интерференционные методы измерений.
9. Методы обработки интерферограмм.

8.5 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Текущий и итоговый контроль работы аспирантов проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине.

Перед итоговым зачетом по дисциплине аспиранту необходимо полностью выполнить лабораторные работы по дисциплине, а также текущие зачеты по темам 5, 6. При наличии задолженностей по лабораторным работам аспирант к итоговому зачету не допускается. Итоговый зачет по дисциплине предусмотрен в устной форме. На подготовку к ответу отводится 30 минут. При подготовке к ответу аспиранту предоставляется право пользования программой дисциплины.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

9.1.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С.Толанский. Спектроскопия высокой разрешающей силы. М., ИЛ, 1955, 436с.
2. И.В.Скоков. Многолучевые интерферометры. М., Машиностроение. 1969, 248с.
3. Ю.А.Толмачев. Новые спектральные приборы. Принципы работы. Л., Изд. ЛГУ, 1976, 126с.
4. И.В.Скоков. Оптические интерферометры. М., Машиностроение, 1979, 129с.
5. Дж.Миберн. Обнаружение и спектрометрия слабых источников света. "Мир", М., 1979, 304с.
6. А.Г.Жиглинский, В.В.Кучинский. Реальный интерферометр Фабри-Перо. Л., Машиностроение, 1983, 176с.
7. И.М.Нагибина. Интерференция и дифракция света. Л., Машиностроение, 1985, 332с.
8. И.В.Скоков, Д.А.Журавлев, В.П.Журавлева. Проектирование дифракционных спектрографов. "Машиностроение", М., 1991, 128с.
9. В.Е. Панчук, М.Е.Сачков, М.В.Юшкин, М.В.Якопов. [Интегральные методы в астрономической спектроскопии.](#) Астрофиз. бюлл., 2010, том 65, №1, с. 78–99.

9.1.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. P. Jacquinot, J. Opt. Soc. Am. **44**, 761 (1954).
2. P. V. Fellgett, Optica Acta **2**, 9 (1955).
3. P. Connes, Ann. Rev. Astron. and Astrophys. **8**, 209 (1970).
4. С. М. Горский, И. Е. Кожеватов, В. П. Лебедев, Астрон. журн. **56**, 590 (1979).
5. P. Connes, Astrophys. and Space Sci. **110**, 211 (1985).

9.1.3 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А.Н. Малахов, Кумулянтный анализ случайных негауссовых процессов и их преобразований. Советское радио. М. 1978.

9.2 ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Сеть Астронет: <http://www.astronet.ru/db/msg/1169494/index.html#Contents>
2. База данных по внегалактическим объектам: <http://ned.ipac.caltech.edu/>
3. Астрофизическая информационная система ADS - <http://adswww.harvard.edu/>
4. База данных объектов за пределами Солн. с-мы SIMBAD <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>
5. Звёздный каталог VIZIER - <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>
6. Цифровой обзор неба DSS - <http://archive.eso.org/dss/dss>
7. Слоановский цифровой небесный обзор SDSS - <http://www.sdss.org/>

9.3 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Системы обработки астрономических данных SIMBAD, MIDAS, IRAF, DECH.

9.4 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

- экран;
- мультимедийный проектор;
- компьютер;
- выход в Интернет и интранет САО РАН в лабораторных корпусах;
- сервер общего доступа для обработки и хранения данных;
- текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки САО РАН;
- оборудование научно-исследовательских лабораторий САО РАН.