

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.

УТВЕРЖДАЮ

Директор САО РАН,

член-корр. РАН



Ю.Ю. Балёга

2014 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по специальной дисциплине

НАИМЕНОВАНИЕ: «ЛАБОРАТОРНАЯ И АСТРОНОМИЧЕСКАЯ  
СПЕКТРОСКОПИЯ С ВЫСОКИМ И СРЕДНИМ РАЗРЕШЕНИЕМ»

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	72 ч.	2 з.е.
Из них:		
Лекций	30 ч.	
Лабораторных работ	10 ч.	
Практических занятий		
Самостоятельной работы	32 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, профессор В.Е. Панчук.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основным источником эмпирических представлений об астрономических объектах являются спектры. По степени информативности лидируют ультрафиолетовый, оптический и ближний инфракрасный диапазоны. По мере совершенствования техники астрономической спектроскопии объекты, исследованные со средним разрешением, становятся доступны методам высокого спектрального разрешения. Поэтому имеет смысл рассматривать обе группы методов совместно. Методами спектроскопии высокого разрешения сегодня исследуется большинство типов объектов Вселенной, от субсекундных образований на Солнце – до ярких квазаров. Современная отечественная литература по астроспектроскопии отсутствует. В университетских программах подготовки астрофизиков методам спектроскопии высокого разрешения уделяется, в лучшем случае, час-два. Более того, в некоторых вузах астрономы получают усеченный курс оптики, без практических занятий. Поэтому в плане аспирантской подготовки астрономов-наблюдателей необходимо иметь курс, достаточный для ликвидации упомянутых пробелов. Необходимость такого курса следует из опыта многолетней работы автора со студентами и аспирантами различных высших учебных заведений. По каждому из разделов проводятся демонстрационные или практические занятия.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Лабораторная и астрономическая спектроскопия с высоким и средним разрешением» - Б1.В.ДВ.3 относится к дисциплинам по выбору аспиранта вариативной части блока 1 «Дисциплины».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Лабораторная и астрономическая спектроскопия с высоким и средним разрешением», являются базовые дисциплины бакалавриата, магистратуры и специалитета, дисциплина базовой части Б1.Б. «Иностранный язык» и обязательные дисциплины вариативной части Блока 1 - Б1.В.ОД.4 «Компьютерная обработка результатов измерений», Б1.В.ОД.5 «Астрономические светоприемники».

Дисциплина «Лабораторная и астрономическая спектроскопия с высоким и средним разрешением» 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;
УК-3	-готовность участвовать в работе российских и международных 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 основные работы научного руководителя (УК-1, УК-4, ПК-1);
- особенности получения спектроскопических данных высокого и среднего разрешения на основных современных спектроскопических телескопах (УК-1, ОПК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3)
- технические характеристики отечественных спектрографов промышленной разработки (ПК-1, ПК-2);
- правила использования архивных данных (УК-4).

#### Аспирант должен уметь:

- использовать 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 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);
- пакетами редактирования научных текстов (УК-1, ОПК-1).

### 3.3 ПЛАНИРУЕМЫЕ УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Уровни сформиро-	Индикаторы	Дескрипторы	
		«зачтено»	«не зачтено»
ро-			

<b>ВАННОСТИ</b>			
Базовый	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перечисленную учебно-методическую и научную литературу, включая основные работы научного руководителя;</li> <li>- особенности получения спектроскопических данных высокого и среднего разрешения на основных современных спектроскопических телескопах</li> <li>- технические характеристики отечественных спектрографов промышленной разработки;</li> <li>- правила использования архивных данных.</li> </ul>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перечисленную учебно-методическую и научную литературу, включая основные работы научного руководителя;</li> <li>- особенности получения спектроскопических данных высокого и среднего разрешения на основных современных спектроскопических телескопах</li> <li>- технические характеристики отечественных спектрографов промышленной разработки;</li> <li>- правила использования архивных данных.</li> </ul>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- перечисленную учебно-методическую и научную литературу, включая основные работы научного руководителя;</li> <li>- правила использования архивных данных.</li> </ul>
	<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать системы обработки астрономических данных (SIMBAD, MIDAS, IRAF, DECH);</li> <li>- использовать графический материал, получаемый в результате обработки данных, при подготовке публикуемых результатов;</li> <li>- осуществлять поиск дополнительной информации (оригинальные исследования, технические описания приборов, инструкции по использованию наблюдательных данных);</li> <li>- выполнять оценочные расчеты проектируемого спектрографа.</li> </ul>	<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать системы обработки астрономических данных (SIMBAD, MIDAS, IRAF, DECH);</li> <li>- использовать графический материал, получаемый в результате обработки данных, при подготовке публикуемых результатов;</li> <li>- осуществлять поиск дополнительной информации (оригинальные исследования, технические описания приборов, инструкции по использованию наблюдательных данных);</li> <li>- выполнять оценочные расчеты проектируемого спектрографа.</li> </ul>	<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать одну из систем обработки астрономических данных (SIMBAD, MIDAS, IRAF, DECH).</li> </ul>
	<p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- техникой наблюдений</li> </ul>	<p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- техникой наблюдений</li> </ul>	<p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами</li> </ul>

на спектральной 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. - пакетами редактирования научных текстов.	на спектральной 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. - пакетами редактирования научных текстов.	статистической обработки данных; - методами проведения экспериментов на стандартных лабораторных спектрографах. - пакетами редактирования научных текстов.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы 72 часа.

№ 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.	<b>Общие разделы. Оптика и спектроскопия.</b> <b>Оптические среды.</b> 1.1. Оптические материалы, их физико-химические свойства. Работа с оптическими материалами. 1.2. Оптические свойства диэлектриков, полупроводников и металлов. Отражение излучения от поверхности оптических сред. Резонансное поглощение. Внутренний фотоэффект. Оптические свойства тонких пленок. Оптические волокна. 1.3. Применение диэлектриков, полупроводников и металлов в спектроскопии. 1.4. Просветляющие и зеркальные покрытия. 1.5. Оптические свойства воздуха.	2			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
2.	<p><b>Источники излучения.</b> 2.1. Основные законы теплового излучения. Типы источников теплового излучения. 2.2. Газоразрядные источники излучения. Виды разрядов в газах и их основные особенности. 2.3. Излучение при термодинамическом равновесии. Излучение в условиях локального термодинамического равновесия. Излучение при отсутствии равновесия. 2.4. Механизмы уширения спектральных линий. Естественная (радиационная) ширина спектральных линий. Допплеровское уширение спектральных линий. Уширение линий при взаимодействии излучателя с окружающими частицами. Формирование контура спектральной линии в условиях реабсорбции излучения. 2.5. Типы газоразрядных источников излучения. Источник света с тлеющим разрядом. Источник света с полым катодом. Источник света с атомным пучком. Лампы низкого давления с дуговым разрядом. Газоразрядные источники света низкого давления с непрерывным спектром излучения. Ртутные лампы высокого и сверхвысокого давления. Газовые лампы сверхвысокого давления. Импульсные лампы. Газоразрядные лампы с циклом в парах простейших химических соединений. Дуговой разряд в воздухе. Стабилизированная дуга. 2.6. Источники излучения, использующие электронные потоки. Электронные генераторы СВЧ. Мазеры на циклотронном резонансе. Изменение частоты излучения с помощью релятивистских эффектов. Синхротронное излучение. Излучение в ондуляторе. Обратный эффект Комптона.</p>	2			2	
3.	<p><b>Приемники оптического излучения.</b> 3.1. Общие вопросы фотографической регистрации излучения. 3.2. Приемники излучения, преобразующие световой сигнал в электрический. Типы приемников. Чувствительность. Шумы. Инерционность приемников. 3.3. Тепловые приемники излучения. Болометры. Термоэлементы.</p>	2		2	2	текущий зачет

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля
	Оптико-акустические приемники. Пирозлектрические приемники. 3.4. Приемники излучения с внешним фотоэффектом. Фотоэлементы и фотоумножители. Электронно-оптические преобразователи. 3.5. Приемники излучения с внутренним фотоэффектом. Фоторезисторы. Приемники с $p-n$ -переходом. Линейки и матрицы приборов зарядовой связи.					
4.	<b>Методы фильтрации оптического излучения.</b> 4.1. Поглощающие (абсорбционные) светофильтры. 4.2. Метод фокальной изоляции. 4.3. Мелкодисперсные (дисперсионные) светофильтры. 4.4. Метод остаточных лучей. 4.5. Отражение от шероховатых зеркал и дифракционных решеток. 4.6. Метод нарушенного полного внутреннего отражения. 4.7. Метод селективной модуляции. 4.8. Интерференционные и интерференционно-поляризационные светофильтры.	2			2	
5.	<b>Теория изображений.</b> 5.1. Геометрическая оптика. 5.2. Аберрации оптических элементов и систем. 5.3. Разрешающая сила. Увеличение астрономического телескопа. 5.4. Яркость для протяженных и точечных объектов. 5.5. Неоднородности оптических сред. Оптические свойства атмосферы.	2			2	
6.	<b>Общие свойства спектральных приборов.</b> 6.1. Классификация спектральных приборов. 6.2. Характеристики щелевых спектральных приборов. Нормальная ширина входной щели. Теоретическая и реальная разрешающая способность. Аппаратная функция. Светосила щелевых спектральных приборов (по освещенности, по потоку). Способы освещения щели спектральных приборов. Астрономический телескоп как осветительная система. Аппаратная функция при когерентном и некогерентном освещении щели. 6.3. Оптические схемы лабораторных спектральных приборов. Автоколлимационные приборы.	2		2	2	текущий зачет



№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля
	Зеркальные, зеркально-линзовые и линзовые объективы приборов. Спектрометры и спектрофотометры. Двойные монохроматоры.					
7.	<b>Призма и призмные спектральные приборы.</b> 7.1. Общие свойства призм. Угловое увеличение. Угловая и линейная дисперсии. 7.2. Разрешающая способность призмы. Поляризующее действие призм. Астигматизм призм. Кривизна изображения спектральных линий. 7.3. Системы призм. Оптические схемы призмных спектральных приборов.	2			2	
8.	<b>Образование дифракционной картины в приборе с решеткой.</b> 8.1. Угловое увеличение, угловая и линейная дисперсии дифракционной решетки. 8.2. Светосила. Разрешающая способность. Кривизна изображения спектральных линий. 8.3. Поляризующее действие дифракционных решеток. 8.4. Свободный спектральный интервал решетки (область дисперсии). Разделение спектров различных порядков. Предварительная монохроматизация излучения. 8.5. Скрещивание дисперсий. 8.6. Техника изготовления дифракционных решеток. Нарезанные дифракционные решетки и их дефекты. Голографические решетки. Решетки с объемным фазированием. 8.7. Оптические схемы приборов с плоскими дифракционными решетками разных типов. 8.8. Вогнутые дифракционные решетки (нарезанные и голографические). Основные свойства вогнутых решеток. 8.9. Типы спектральных приборов с вогнутыми дифракционными решетками. 8.10. Дифракционные оптические элементы (ДОЭ).	2		2	2	текущий зачет
9.	<b>Интерференционные спектральные приборы.</b> 9.1. Интерферометр Фабри-Перо (ИФП). 9.2. Угловая и линейная дисперсии. 9.3. Свободный спектральный интервал (область дисперсии). 9.4. Разрешающая способность. 9.5. Устройство и юстировка интерферометра. 9.6. Сложный	2			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
	интерферометр (мультиплекс). 9.7. Спектральные приборы с ИПФ. 9.8. Скрещивание дисперсии ИФП с диспергирующим элементом другого типа. 9.9. Способы регистрации интерферограмм. 9.10. Светосила прибора с ИФП, по освещенности и потоку. 9.11. Сравнение светосилы призменных и дифракционных спектрометров и спектрометра Фабри-Перо.					
10.	<b>Модуляционные спектральные приборы.</b> 10.1. Фурье-спектрометр. Аппаратная функция. Особенности работы фурье-спектрометра. 10.2. СИСАМ - спектрометр с интерференционной селективной амплитудной модуляцией. 10.3. Растровый спектрометр. МОК-интерферометр. 10.4. Области применения дифракционных и модуляционных спектральных приборов.	2			2	текущий зачет
11.	<b>Специальные разделы. Астрономическая спектроскопия.</b> 11.1 Типы астрономических объектов. Звезды, двойные и кратные системы, звездные скопления, газо-пылевые туманности, межзвездные облака, галактики, квазары, тела Солнечной системы, экзопланеты. 11.2. Характеристики излучения протяженных и точечных астрономических объектов. Единицы измерений (поток, освещенность, звездная величина, угловые размеры). 11.3. Характеристики излучения фона ночного неба. Основные компоненты излучения (спектр гидроксила, линии ионов и атомов, непрерывный спектр). 11.4. Абсорбционный спектр земной атмосферы (теллурический спектр). Окна прозрачности земной атмосферы. 11.5. Общие характеристики приемников излучения астрономических объектов: спектральная чувствительность (кривая реакции), шумовые характеристики, квантовый выход, динамический диапазон. 11.6. Число одновременно передаваемых элементов изображения. 11.7. Пространственное разрешение многоканального приемника. 11.8. Временное разрешение приемника.	2			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
12.	<b>Особенности регистрации излучения астрономических объектов приемниками разных типов.</b> 12.1. Фотоэлектронный умножитель (ФЭУ). Принцип действия и типы. 12.2. Электронно-оптические преобразователи (ЭОП). Типы. 12.3. Электронографическая камера. 12.4. Телевизионные приемники. 12.5. Телевизионные приемники со счетом фотонов. 12.6. Приборы на основе фотопроводимости. 12.7. Твердотельные многоканальные приемники. 12.8. Микроканаловые пластины.	2		2	2	текущий зачет
13.	<b>Типы астрономических телескопов.</b> 13.1. Спектроскопия астрономических объектов. Классификация работ по спектральному разрешению. 13.2. Первые спектроскопические работы. Первые шаги звездной спектроскопии. 13.3. Широкощельность и светосила спектрографа. 13.4. Массовое производство астрономических спектров. 13.5. Подвесной призмный спектрограф.	2			2	
14.	<b>Спектрограф в неподвижном фокусе телескопа.</b> 14.1. Сканирующие спектрометры. 14.2. Спектроскопия протяженных объектов. 14.3. Многообъектная щелевая спектроскопия. 14.4. Спектроскопия и «световое загрязнение» атмосферы Земли.	2		2	4	текущий зачет
15.	<b>Методы скрещенной дисперсии в астрономической спектроскопии.</b> 15.1. Иерархия спектральных приборов в астрономии: призма – решетка – интерферометр. 15.2. Панорамные измерения с высоким спектральным разрешением. 15.3. Спектроскопия на орбитальных астрономических обсерваториях. 15.4. Методы первичной обработки и анализа спектров.	2			2	итоговый зачет
<b>Баланс времени:</b>		<b>30 ч</b>		<b>10 ч</b>	<b>32 ч</b>	<b>72 ч</b>

## 5. НАИМЕНОВАНИЕ И ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма проведения
1.	Тема 3. Приемники оптического излучения.	2	разноуровневые индивидуальные задания
2.	Тема 6. Общие свойства спектральных приборов.	2	разноуровневые индивидуальные задания
3.	Тема 8. Образование дифракционной картины в приборе с решеткой.	2	разноуровневые индивидуальные задания
4.	Тема 12. Особенности регистрации излучения астрономических объектов приемниками разных типов.	2	разноуровневые индивидуальные задания
5.	Тема 14. Спектрограф в неподвижном фокусе телескопа.	2	разноуровневые индивидуальные задания итоговый зачет
<b>Баланс времени:</b>		<b>10 ч</b>	

## 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 по предыдущей теме на лекциях.

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 3, 6, 8, 12, 14	текущий	электронный	лабораторная работа	5
ПК-2 ПК-3	Темы 1-15	итоговый зачет	устный	вопросы к зачету	15

## 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. Оптические среды.
2. Источники излучения.
3. Приемники оптического излучения.
4. Методы фильтрации оптического излучения.
5. Теория изображений.
6. Общие свойства спектральных приборов.
7. Призма и призмённые спектральные приборы.
8. Образование дифракционной картины в приборе с решеткой.
9. Интерференционные спектральные приборы.
10. Модуляционные спектральные приборы.
11. Специальные разделы. Астрономическая спектроскопия.
12. Особенности регистрации излучения астрономических объектов приемниками разных типов.
13. Типы астрономических телескопов.
14. Спектрограф в неподвижном фокусе телескопа.
15. Методы скрещенной дисперсии в астрономической спектроскопии.

## **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 (текущие зачеты). При наличии задолженностей по 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. Н.Н. Михельсон. Оптические телескопы. Теория и конструкция. "Наука", ФМ, М., 1976, 512с.
2. Д.Д. Максудов. Астрономическая оптика. 2-е изд. "Наука", Л., 1979, 395с.
3. Дж. Миберн. Обнаружение и спектрометрия слабых источников света. "Мир", М., 1979, 304с.
4. М.Эклз, Э.Сим, К.Триттон. Детекторы слабого излучения в астрономии. "Мир", М., 1986, 200с.
5. Г. Уокер. Астрономические наблюдения. "Мир", М., 1990, 351с.
6. И.В. Скоков, Д.А. Журавлев, В.П. Журавлева. Проектирование дифракционных спектрографов. "Машиностроение", М., 1991, 128с.
7. Lena P., Lebrun F. Observational Astrophysics (Astronomy and Astrophysics Library Series), 1998. 512p.
8. В.Ю.Теребиж. Современные оптические телескопы. ФМЛ, "МАИК", 2005, 79с.
9. В.Г. Клочкова, В.Е. Панчук, М.В. Юшкин, Д.С. Насонов. [Измерения лучевых скоростей на звездных спектрографах БТА. Астрофиз. бюлл.](#), 2008, том 63, №4, с. 410–418.
10. В.Е. Панчук, В.Г. Клочкова, М.В.Юшкин, И.Д.Найденов. Спектрограф высокого разрешения 6-метрового телескопа БТА. Оптический журн., 2009, т.76, №2, с.42-55.
11. В.Е.Панчук, В.Г.Клочкова, М.В.Юшкин, М.В.Якопов. [Спектроскопия звезд в наземном ультрафиолете. I. Техника наблюдений. Астрофиз. бюлл.](#), 2009, том 64, №4, с.411–420.
12. 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.
13. В.Е. Панчук, В.Л. Афанасьев. [Астроклимат Северного Кавказа - мифы и реальность.](#) Астрофиз. бюлл., 2011, том 66, №2, с.253–274.
14. В.Е. Панчук, М.В.Юшкин, М.В.Якопов. [Спектрографы высокого разрешения с оптоволоконным входом.](#) Астрофиз. бюлл., 2011, том 66, №3, с. 382–399.
15. Сайт В.Панчука <http://astrospectra.narod.ru/>

## 9.1.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. И.М.Нагибина. Интерференция и дифракция света. Машиностроение. Л., 1985, 332с.
2. В.И.Мальшев. Введение в экспериментальную спектроскопию. Наука, ФМ, М., 1979, 478с.

## 9.1.3 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. А.Н.Зайдель. Основы спектрального анализа. Наука, ФМ, М., 1965, 322с.
2. И.М.Нагибина, В.К.Прокофьев. Спектральные приборы и техника спектроскопии. МашГИз. М.-Л., 1963, 271с.

## 9.2 ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Сайт В.Панчука <http://astrospectra.narod.ru/>
2. Сеть Астронет: <http://www.astronet.ru/db/msg/1169494/index.html#Contents>
3. База данных по внегалактическим объектам: <http://ned.ipac.caltech.edu/>
4. Астрофизическая информационная система ADS - <http://adswww.harvard.edu/>
5. База данных объектов за пределами Солн. с-мы SIMBAD <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>
6. Звёздный каталог VIZIER - <http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>
7. Цифровой обзор неба DSS - <http://archive.eso.org/dss/dss>
8. 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.