

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
СПЕЦИАЛЬНАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(САО РАН)

ПРИНЯТО

решением Ученого совета

САО РАН № 404

от «20» июня 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор САО РАН,

_____ / Г.Г. Валявин /

« ___ » _____ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине «ЛАБОРАТОРНАЯ И АСТРОНОМИЧЕСКАЯ
СПЕКТРОСКОПИЯ С ВЫСОКИМ И СРЕДНИМ
РАЗРЕШЕНИЕМ»

Научная специальность 1.3.1. ФИЗИКА КОСМОСА, АСТРОНОМИЯ

Объем занятий: Итого 72 ч. 1 1/3 нед.

Из них:

Лекций 30 ч.

Практических занятий 10 ч.

Самостоятельной работы 32 ч.

п. Нижний Архыз 2022

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральными государственными требованиями, утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 года № 951, утвержденной Программой кандидатского экзамена по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности 1.3.1. Физика космоса, астрономия, принятой на заседании Ученого совета САО РАН.

Автор: доктор физ.-мат. наук, профессор, главный научный сотрудник с возложением обязанностей заведующего лабораторией астроспектроскопии 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. Под руководством автора защищено несколько кандидатских диссертаций, обязательно содержащих разделы технического и методического характера. Автор являлся научным консультантом и докторской диссертации, защищенной по астрономическому приборостроению. По каждому из разделов программы проводятся демонстрационные или практические занятия на приборах, разработанных под руководством и при непосредственном участии автора.

Дисциплина «Лабораторная и астрономическая спектроскопия с высоким и средним разрешением» – 2.1.9. (Ф) относится к факультативным дисциплинам образовательного компонента.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Лабораторная и астрономическая спектроскопия с высоким и средним разрешением», являются базовые дисциплины бакалавриата, магистратуры и специалитета, и элективные дисциплины – 2.1.2. «Иностранный язык», 2.1.5. «Спектроскопия звезд и звездная эволюция», 2.1.6. «Компьютерная обработка результатов измерений», 2.1.7. «Астрономические светоприемники».

Дисциплина «Лабораторная и астрономическая спектроскопия с высоким и средним разрешением» логически, содержательно и методически связана с последующими компонентами программы аспирантуры – 1.1. «Научная деятельность, направленная на подготовку диссертации на соискание научной степени кандидата наук к защите», 1.2. «Подготовка публикаций и (или) заявок на патенты на изобретения, полезные модели, свидетельства о государственной регистрации программ для электронных вычислительных машин, баз данных», 2.2 «Практика», 3 «Итоговая аттестация».

2. Планируемые результаты освоения дисциплины, соотнесённые с планируемыми результатами освоения программы

№ п/п	Результаты освоения дисциплины	Результаты освоения программы
Аспирант должен знать:		
1.	перечисленную учебно-методическую и научную литературу, включая основные работы научного руководителя;	РД-1, РД-2
2.	особенности получения спектроскопических данных высокого и среднего разрешения на основных современных спектроскопических телескопах;	РД-2, РД-4
3.	технические характеристики отечественных спектрографов промышленной разработки;	РД-2, РД-4
4.	правила использования архивных данных.	РД-4
Аспирант должен уметь:		
5.	использовать системы обработки астрономических данных (SIMBAD, MIDAS, IRAF, DECH);	РД-1, РД-2, РД-4
6.	использовать графический материал, получаемый в результате обработки данных, при подготовке публикуемых результатов;	РД-4
7.	осуществлять поиск дополнительной информации (оригинальные исследования, технические описания приборов, инструкции по использованию наблюдательных данных);	РД-2, РД-4
8.	выполнять оценочные расчеты проектируемого спектрографа.	РД-2, РД-4
Аспирант должен владеть:		
9.	техникой наблюдений на спектральной аппаратуре, созданной в лаборатории астроспектроскопии САО РАН;	РД-1, РД-2. РД-4
10.	пакетами обработки данных, созданными для конкретных спектрографов;	РД-1, РД-2. РД-4
11.	методами проведения экспериментов на стандартных лабораторных спектрографах;	РД-1, РД-2. РД-4
12.	методами статистической обработки данных;	РД-1, РД-2
13.	пакетами редактирования научных текстов.	РД-1, РД-2

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 1/3 недели (72 часа).

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы контроля успеваемости
		Лек.	Практ. зан-я	Сам. раб.	
1.	Общие разделы. Оптика и спектроскопия. Оптические среды. 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	
2.	Источники излучения. 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	2		2	

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы контроля успеваемости
	<p>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>				
3.	<p>Приемники оптического излучения. 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. Оптико-акустические приемники. Пироэлектрические 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.</p>	2	2	2	текущий контроль
4.	<p>Методы фильтрации оптического излучения. 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-</p>	2		2	

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы контроля успеваемости
	поляризационные светофильтры.				
5.	Теория изображений. 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.	Общие свойства спектральных приборов. 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. Зеркальные, зеркально-линзовые и линзовые объективы приборов. Спектрометры и спектрофотометры. Двойные монохроматоры.	2	2	2	текущий контроль
7.	Призма и призмённые спектральные приборы. 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 призмённых спектральных приборов.	2		2	
8.	Образование дифракционной картины в приборе с решеткой. 8.1. Угловое увеличение, угловая и линейная дисперсии дифракционной решетки. 8.2. Светосила. Разрешающая способность. Кривизна	2	2	2	текущий контроль

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы контроля успеваемости
	<p>изображения спектральных линий. 8.3. Поляризирующее 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).</p>				
9.	<p>Интерференционные спектральные приборы. 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 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 призмных и дифракционных спектрометров и спектрометра Фабри-Перо.</p>	2		2	
10.	<p>Модуляционные спектральные приборы. 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</p>	2		2	

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы контроля успеваемости
	модуляционных спектральных приборов.				
11.	<p>Специальные разделы. Астрономическая спектроскопия.</p> <p>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.</p>	2		2	
12.	<p>Особенности регистрации излучения астрономических объектов приемниками разных типов. 12.1. Фотозлектронный умножитель (ФЭУ). Принцип действия и типы. 12.2. Электронно-оптические преобразователи (ЭОП). Типы. 12.3. Электрографическая 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.</p>	2	2	2	текущий контроль
13.	<p>Типы астрономических телескопов. 13.1. Спектроскопия астрономических объектов.</p>	2		2	

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины, их краткое содержание	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы контроля успеваемости
	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 призменный спектрограф.				
14.	Спектрограф в неподвижном фокусе телескопа. 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 контроль
15.	Методы скрещенной дисперсии в астрономической спектроскопии. 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
Итого:		30 ч	10 ч	32 ч	72 ч

4. Наименование и содержание практических занятий

№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма проведения
1.	Тема 3. Приемники оптического излучения.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
2.	Тема 6. Общие свойства спектральных приборов.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
3.	Тема 8. Образование дифракционной картины в приборе с решеткой.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос
4.	Тема 12. Особенности регистрации излучения астрономических объектов приемниками разных типов.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос

5.	Тема 14. Спектрограф в неподвижном фокусе телескопа.	2	разноуровневые индивидуальные задания, опрос, итоговый зачет
Итого:		10 ч	

5. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация

5.1. Форма проведения текущего контроля успеваемости

Текущий контроль осуществляется по результатам работы на практических занятиях. Промежуточный контроль – быстрый опрос на лекциях.

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

Итоговый зачет проводится в рамках промежуточной аттестации.

Перед итоговым зачетом по дисциплине аспиранту необходимо полностью выполнить практические работы по дисциплине. При наличии задолженностей по практическим работам аспирант к итоговому зачету не допускается.

5.2. Форма проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме итогового зачета по дисциплине. Итоговый зачет по дисциплине предусмотрен в устной форме.

Оценивание знаний обучающегося происходит по результатам устного ответа на один вопрос из перечня. На подготовку к ответу отводится 30 минут. При подготовке к ответу аспиранту предоставляется право пользования программой дисциплины.

Итоговый контроль работы аспирантов проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине.

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

5.3. Вопросы к зачету

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.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Перечень основной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Н.Н.Михельсон. Оптические телескопы. Теория и конструкция. Наука, ФМ, М., 1976, 512с.
2. Д.Д.Максутов. 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. 512р.
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. V. E. Panchuk, G. A. Chuntunov, I. D. Naidenov, Main stellar spectrograph of the 6-meter telescope. Analysis, reconstruction, and operation. Astrophysical Bulletin, 2014, Vol. 69, Iss. 3, pp.339-355.
16. В.Е. Панчук, В.Г. Клочкова, М.В. Юшкин. Эшелле спектрограф для 6-метрового телескопа БТА. Астрон. ж., 2017, т.94, с.808.
17. Сайт В.Панчука <http://astrospectra.narod.ru/>

6.2. Перечень дополнительной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины

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.
3. А.Н.Зайдель. Основы спектрального анализа. Наука, ФМ, М., 1965, 322с.
4. И.М.Нагибина, В.К.Прокофьев. Спектральные приборы и техника спектроскопии. МашГИз. М.-Л., 1963, 271с.
5. В.Е. Панчук, В.Г. Клочкова, М.В. Юшкин, Г.В.Якопов, Ю.Б.Верич. Техника спектрополяриметрии звезд на 6-метровом телескопе БТА. I. Спектрографы фокусов Нэсмита. Известия вузов, Приборостроение, 2016, т.59, с.1018-1027.
6. В.Е. Панчук, В.Г. Клочкова, М.В. Юшкин, Г.В.Якопов, Ю.Б.Верич. Техника спектрополяриметрии звезд на 6-метровом телескопе БТА. II. Эшелле-спектрографы первичного фокуса. Известия вузов, Приборостроение, 2017, т.60, с.53-62.
7. В.Е. Панчук. 40 лет спектроскопии высокого разрешения на БТА. В кн. «САО РАН 50 лет. Юбилейный сборник», Нижний Архыз, 2018, с.49-70.

6.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

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

7. Перечень информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, профессиональных баз данных

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

8. Материально-техническое обеспечение

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

9. Особенности освоения дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких аспирантов.

Адаптированная рабочая программа входит в структуру адаптированной программы аспирантуры, которая разрабатывается под потребности конкретного обучающегося по его личному заявлению или решению комиссии по определению вида инклюзии и условий обучения сразу после зачисления такого аспиранта на 1 курс.

Порядок разработки адаптированной рабочей программы определяется локальным нормативным актом.