

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. Балегга

«16» _____ 2014 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по специальной дисциплине

НАИМЕНОВАНИЕ: «АККРЕЦИОННЫЕ ДИСКИ В АСТРОФИЗИКЕ»

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	6 ч.	
Практических занятий		
Самостоятельной работы	36 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., заведующий Лабораторией физики звезд, профессор по специальности С.Н. Фабрика.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Аккреционные диски очень распространены в космосе. Они формируются вокруг релятивистских звезд — белых карликов, нейтронных звезд и черных дыр. Они присутствуют в ядрах галактик и квазаров, где находятся сверхмассивные черные дыры массой от сотен тысяч до десятков миллиардов масс Солнца. Аккреция вещества на черные дыры и нейтронные звезды – самый эффективный механизм выделения энергии (около 10% от mc^2). Различают аккреционные диски радиативные (стандартные или диски Шакуры-Сюняева), адвекционные и сверхкритические. При темпах аккреции 0.01–1.0 от критического аккреционные диски – стандартные. В этом случае выделяемая в диске энергия выносится излучением. При меньших темпах аккреции диск становится адвекционным, излучение не успевает охладить диск. Адвекционные диски становятся толстыми и у них начинается истечение газа в виде струй. При темпах аккреции больше критических излучение также не может охладить диск, сверхкритический диск тоже становится толстым, и в нем формируется канал по оси диска. В канале появляются благоприятные условия для ускорения струй. Примером сверхкритического диска является уникальный объект Галактики – SS433. Также сверхкритические диски были у сверхмассивных черных дыр в ранние эпохи формирования квазаров.

В процессе изучения курса, аспирант освоит лекционный материал по теме, получит навыки работы в компьютерных программах, позволяющих проводить обработку оптических и рентгеновских данных, полученных на различных наземных и космических телескопах, а также на 6-метровом телескопе БТА САО РАН. Будут освоены методики расчета моделей аккреционных дисков и сравнение их с наблюдательными данными.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Аккреционные диски в астрофизике» - Б1.В.ДВ.4 относится к дисциплинам по выбору аспиранта вариативной части блока 1 «Дисциплины».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Аккреционные диски в астрофизике», 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.4 «Компьютерная обработка результатов измерений», Б1.В.ОД.5 «Астрономические светоприемники», Б1.В.ОД.6 «Физика массивных звезд».

Дисциплина «Аккреционные диски в астрофизике» 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-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;

3.2 СТРУКТУРА И КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ КОМПЕТЕНЦИЙ

Аспирант должен знать:

- современные технологии получения наблюдательных данных для объектов с аккреционными дисками в оптическом и рентгеновском диапазонах (ПК-1);
- методы теоретического анализа оптических и рентгеновских наблюдений аккреционных дисков (ПК-1);
- методы оценок и определения физических параметров аккреционных дисков (ПК-1).

Аспирант должен уметь:

- использовать методики анализа наблюдательных данных (ОПК-1, ПК-1);
- использовать всемирные банки информации при проведении исследований (УК-4);
- корректно обрабатывать оптические спектры предложенных объектов (ОПК-1);
- определять физические параметры аккреционных дисков (ОПК-1, ПК-1).

Аспирант должен владеть:

- навыками в обработке спектроскопических наблюдений аккреционных дисков (ОПК-1);
- методиками анализа оптических и рентгеновских наблюдений (ОПК-1);
- основными методами определения физических параметров аккреционных дисков (ОПК-1, ПК-1);
- способами качественной и количественной оценки параметров изучаемых объектов, оценивать точность результатов (ОПК-1).

3.3 ПЛАНИРУЕМЫЕ УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Уровни сформированности	Индикаторы	Дескрипторы	
		«зачтено»	«не зачтено»
Базовый	Знает: - современные технологии получения наблюдательных данных для объектов с аккреционными дисками в оптическом и рентгеновском диапазонах; - методы теоретического анализа оптических и рентгеновских наблюдений аккреционных дисков;	Знает: - современные технологии получения наблюдательных данных для объектов с аккреционными дисками в оптическом и рентгеновском диапазонах; - методы теоретического анализа оптических и рентгеновских наблюдений аккреционных дисков;	Знает: - современные технологии получения наблюдательных данных для объектов с аккреционными дисками в рентгеновском диапазоне.

	-методы оценок и определения физических параметров аккреционных дисков.	-методы оценок и определения физических параметров аккреционных дисков.	
	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать методики анализа наблюдательных данных; - использовать всемирные банки информации при проведении исследований; - корректно обрабатывать оптические спектры предложенных объектов; - определять физические параметры аккреционных дисков. 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать методики анализа наблюдательных данных; - использовать всемирные банки информации при проведении исследований; - корректно обрабатывать оптические спектры предложенных объектов; - определять физические параметры аккреционных дисков. 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - корректно обрабатывать оптические спектры предложенных объектов; - определять физические параметры аккреционных дисков..
	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками в обработке спектроскопических наблюдений аккреционных дисков; - методиками анализа оптических и рентгеновских наблюдений; - основными методами определения физических параметров аккреционных дисков; - способами качественной и количественной оценки параметров изучаемых объектов, оценивать точность результатов. 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками в обработке спектроскопических наблюдений аккреционных дисков; - методиками анализа оптических и рентгеновских наблюдений; - основными методами определения физических параметров аккреционных дисков; - способами качественной и количественной оценки параметров изучаемых объектов, оценивать точность результатов. 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками в обработке спектроскопических наблюдений аккреционных дисков; - методиками анализа оптических и рентгеновских наблюдений.

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
		Лек-ции	Практ. занятия	Лаб. занятия	Самостоят. работа	
1.	Стандартные диски Шакуры-Сюняева.	5			6	
2.	Адвекционные диски с пониженным темпом аккреции и образованием струй.	5			6	
3.	Сверхкритические аккреционные диски.	5			6	
4.	Наблюдательные проявления аккреционных дисков. Тесные двойные системы.	5		2	6	текущий зачет
5.	Наблюдательные проявления аккреционных дисков. Сверхмассивные черные дыры.	5		2	6	текущий зачет
6.	Наблюдательные проявления сверхкритических аккреционных дисков. Объект SS433.	5		2	6	текущий зачет, итоговый зачет
Баланс времени:		30 ч		6 ч	36 ч	72 ч

5. НАИМЕНОВАНИЕ И ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование работы	Кол-во часов	Форма проведения
1.	Тема 4. Наблюдательные проявления аккреционных дисков. Тесные двойные системы.	2	разноуровневые индивидуальные задания
2.	Тема 5. Наблюдательные проявления аккреционных дисков. Сверхмассивные черные дыры.	2	разноуровневые индивидуальные задания
3.	Тема 6. Наблюдательные проявления сверхкритических аккреционных дисков. Объект SS433.	2	разноуровневые индивидуальные задания, текущий зачет, итоговый зачет
Баланс времени:		6 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 – быстрый опрос 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-4 ОПК-1 ПК-1	Темы 4-6	текущий зачет	электронный	лабораторная работа	3
	Темы 1-6	итоговый зачет	устный	вопросы к зачету	11

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. Каковы основные механизмы выделения энергии в аккреционных дисках?
2. Что такое адвекция излучения? Что такое адвекция тепла?
3. Каковы условия его формирования струй в адвекционных дисках?
4. Каковы условия формирования каналов и струй сверхкритических дисков?
5. Перечислите основные методы обработки оптических спектров, основные методы фотометрии?
6. Каковы методы обработки рентгеновских данных? Что такое среда XSPEC?
7. Опишите наблюдательные проявления тесных двойных систем.
8. Опишите основные отличия ТДС с белыми карликами, с нейтронными звездами и черными дырами?
9. Основные параметры аккреционных дисков у сверхмассивных черных дыр.
10. Наблюдательные проявления сверхкритических аккреционных дисков. Объект SS433
11. Основные механизмы и основные типы моделей рентгеновского излучения газа.

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 и практические работы по дисциплине. При наличии задолженностей по лабораторным и практическим 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. Бисноватый-Коган Г.С. Релятивистская астрофизика и физическая космология, 2010, М. URSS
2. Fabrika S. the jets and supercritical accretion disk in SS433, 2004 UK, Cambridge
3. Бескин В.С. Осесимметричные стационарные течения в астрофизике, 2005, М. Физматлит
4. Rybicki G., Lightman A., Radiative processes in astrophysics, 1979, USA, Wiley
5. Frank J., King A., Raine D., Accretion power in astrophysics, 2002, UK, Cambridge University
6. Морозов А.Г., Хоперсков А.В., Физика дисков, 2005, ВолГУ, Волгоград.

9.1.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Kallrath J., Milone E., Eclipsing binary stars, 1999, USA, Springer
2. Описание программы XSPEC <http://heasarc.nasa.gov/xanadu/xspec/>

9.1.3 МЕТОДИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

Винокуров А.С., Спектроскопия туманностей и их моделирование с помощью фотоионизационного кода Cloudy, Методическое пособие, Нижний Архыз, 2014

9.2 ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. Пакет XSPEC для обработки рентгеновских данных <http://heasarc.nasa.gov/xanadu/xspec/>
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 Солнечной 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

Пакет XSPEC для обработки рентгеновских данных.

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.