

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория
Российской академии наук (ГАО РАН)**

Принято на заседании Ученого совета
протокол от 25.08.21г. № 6

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора ГАО РАН




Н.Р. Ихсанов

ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**с/к «Современная теория аккреции звезд
и ядер активных галактик»**

**направление подготовки – 03.06.01 «Физика и Астрономия»
профиль – 01.03.02 «Астрофизика и звездная астрономия»**

Вариативная часть ООП

Дисциплина по выбору

Трудоемкость (границы трудоемкости) в зачетных единицах: 3

Форма отчетности аспирантов: устный дифференцированный зачет

Форма обучения: очная/ заочная

Квалификация: **Исследователь. Преподаватель-исследователь.**

Санкт – Петербург
2021 г.

Раздел 1. Характеристики учебной программы

1.1. Цели и задачи учебных занятий:

Обучение студентов основным методам диагностики и моделирования процессов течения вещества, генерации излучения в системах звезд, находящихся на различных стадиях эволюции.

1.2. Требования к подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (прerequisites):

Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь предварительную подготовку в объеме курсов общей физики, астрофизики и физики плазмы.

1.3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Современная теория аккреции звезд и ядер активных галактик» входит в вариативную часть учебного плана подготовки аспирантов и является дисциплиной по выбору по профилю 01.03.02 «Астрофизика и звездная астрономия». Дисциплина осваивается аспирантами в 3 учебном году. Изучение данной дисциплины и специфика подачи отдельных вопросов может варьироваться в зависимости от индивидуального плана работы аспиранта, согласованного с его научным руководителем в целях оптимального соответствия решаемым задачам.

1.4. Перечень результатов обучения:

УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ПК-1/ ПК-2/ ПК-3

1.5. Язык преподавания

Русский

Раздел 2. Структура и содержание дисциплины

2.1. Объем и структура учебных занятий:

Общая трудоемкость курса 3 з.е. На ее изучение отводится 108 ак. часа (26 часов аудиторной работы, 82 часа отводится на самостоятельную работу, в том числе 26 — на подготовку к текущей и промежуточной аттестации). Форма промежуточной аттестации – дифференцированный зачет.

Вид учебной работы	Трудоемкость (в ак. часах)
Аудиторные занятия	
Лекции	18
Практические занятия	8
Внеаудиторные занятия	
Самостоятельная работа аспиранта	82
ИТОГО	108
Вид итогового контроля	Дифференцированный зачет

2.2. Содержание учебных занятий:

2.2.1 Аудиторные занятия

1. Введение.
2. Природа и классификация источников излучения высоких энергий.
3. Базовые принципы построения теории аккреции, классификация моделей аккреции.
4. Моделирование процесса аккреции из звездного ветра в массивных рентгеновских двойных системах.
5. Формирование магнитосфер аккрецирующих звезд, их свойства и основные проявления.
6. Методы моделирования эволюции звезд в тесных двойных системах, диагностика параметров околозвездной среды нормальных компонентов.
7. Процессы аккреции и истечения вещества в молодых звездах.
8. Источники энергии излучения активных ядер галактик и квазаров

2.2.2. Практические занятия

1. Аккреция вещества нейтронными звездами.
2. Эволюция массивных рентгеновских двойных систем с двумя вспышками сверхновых.
3. Аккреция вещества белыми карликами. Взрывные переменные.
4. Аккреция вещества черными дырами. Высокоэнергичное излучение активных ядер галактик. Космические лучи.

2.2.3. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа аспирантов проводится в форме повторение лекционного материала по темам, чтение рекомендованной литературы и научной периодики. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся должны широко использовать библиотечные фонды ГАО РАН, электронные ресурсы Интернета, доступ к которым им обеспечен. На программу самостоятельной работы по курсу выделяется 82 часа, в том числе на подготовку к текущей и промежуточной аттестации — 26 часов.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение:

3.1.1. Методическое обеспечение самостоятельной работы:

Учебный процесс обеспечивается наличием учебной и учебно-методической литературы и доступом к иным библиотечно-информационным ресурсам, что гарантирует возможность качественного освоения аспирантом образовательной программы. ГАО РАН располагает библиотекой, включающей научно-техническую литературу по дисциплине, журналы с научными статьями и материалами симпозиумов и конференций, а также имеет договор с БАН. Аспирантам предоставляются компьютеры с доступом к сети Интернет и доступ к постоянной электронной подписке ГАО РАН на ведущие научные журналы.

3.1.2. Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерий оценивания:

Виды текущего контроля: проверка качества усвоения знаний проводится как в устной, так и в письменной форме: конспекты, беседы по прочитанной литературе, подготовка и обсуждение вопросов в соответствии с темами занятий.

Форма промежуточной аттестации – дифференцированный зачет в виде устного ответа. Три вопроса, время на подготовку – один астрономический час.

3.1.3. Методические материалы для проведения промежуточной аттестации:

Примерный список вопросов для промежуточной аттестации:

- Внесистемные единицы измерения величин, используемые в литературе по астрофизике высоких энергий, основные классы рентгеновских и гамма источников и особенности их распределения в Галактике и за ее пределами.
- Признаки аккреционной природы рентгеновского излучения долгопериодических пульсаров.
- Модель аккреции вещества нейтронной звездой из межзвездной среды.
- Модель аккреции вещества нейтронной звездой из звездного ветра своего компаньона в массивной рентгеновской двойной системе.
- Процесс обмена массой между компонентами маломассивной рентгеновской двойной системы.
- Кеплеровский турбулентный аккреционный диск.
- Механизм аккреции вещества нейтронной звездой из замагниченной газовой оболочки.
- Классификация сценариев аккреции.
- Признаки реализации MAD-сценария аккреции в долгопериодических рентгеновских пульсарах.
- Требования реализации MAD-сценария аккреции в молодых звездах.
- Ротационная эволюция нейтронной звезды в тесной двойной системе: наблюдения и интерпретация.
- Взрывные переменные. Процессы аккреции в полярах и промежуточных полярах.
- Ротационная эволюция компактной звезды в состоянии пропеллера.
- Сценарий аккреции вещества на черную дыру. Модель микроквазара.
- Модель аккреционной колонки. Спектр аккрецирующих рентгеновских источников.
- Изолированные рентгеновские пульсары и сценарии их образования.
- Космические источники гамма-излучения сверхвысоких энергий.
- Сценарий эволюции массивной тесной двойной системы.
- Методы оценки Галактической популяции компактных звездных объектов.

Критерии оценки промежуточной аттестации:

Оценка	Оценка	Процент	Критерий
Зачет	5	90-100	Ответ полный, соответствует поставленному вопросу, логично и последовательно изложен. В нем проявляется самостоятельность мышления отвечающего, умение интегрировать знания из разных областей знания, умение соотносить теоретический материал с практикой.

	4	82-89	Ответ полный, соответствует поставленному вопросу, логично и последовательно изложен. В нем проявляется самостоятельность мышления отвечающего, умение интегрировать знания из разных областей знания, не всегда проявляется умение соотносить теоретический материал с практикой.
		75-81	Ответ в достаточной степени соответствует поставленному вопросу, логично и последовательно изложен. Аспиранту не всегда удается интегрировать знания из разных областей знания для полного освещения вопроса.
	3	67-74	Частичное раскрытие содержания вопроса.
		60-66	Демонстрация общего понимания курса.
Незачет		менее 60	Незнание материала курса.

Критерии оценки уровня освоения универсальных и общепрофессиональных умений (компетенций):

Уровень освоения	Расшифровка
<p>Базовый (обязательный для всех слушателей – аспирантов по завершении освоения ООП)</p>	<p>Аспирант способен к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p> <p>Готов участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач, готов использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках.</p>
<p>Продвинутый</p>	<p>Аспирант способен выбирать и обосновывать методики и средства решения поставленных задач. Способен планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, в том числе с применением информационно-коммуникационных технологий.</p>

Критерии оценки уровня освоения профессиональных умений (компетенций):

Уровень освоения	Расшифровка
<p>Базовый (обязательный для всех слушателей – аспирантов по завершении освоения ООП)</p>	<p>Аспирант способен самостоятельно получать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования; выбирать и обосновывать методики и средства решения поставленных задач.</p> <p>Владеет современными методами про-</p>

	<p>ведения фундаментальных научных исследований, навыками анализа, обобщения и публичного представления результатов выполненных научных исследований.</p> <p>Свободно пользуется библиотечными и электронными ресурсами для совершенствования знаний.</p>
Продвинутый	<p>Аспирант в большей степени способность и готовность к организации проведения фундаментальных научных исследований в области физики и астрономии с использованием современных методов и технологий.</p> <p>По своим должностным обязанностям может решать проблему, принимать стратегические, в т.ч. организационно-управленческие решения.</p>

3.2. Кадровое обеспечение

Преподаватель – кандидат или доктор физ.-мат. наук по специальностям 01.03.01 «Астрометрия и небесная механика», 01.03.02 «Астрофизика и звездная астрономия» или 01.03.03 «Физика Солнца».

3.3. Материально-техническое обеспечение:

3.3.1. В лекционной аудитории имеется возможность подключения медиапроектора, компьютера/ноутбука, а также имеется экран и маркерная доска.

3.3.2. Телескопы ГАО РАН и горной астрономической станции ГАО РАН в Kislovodsk.

3.3.3. Научная литература: постоянная электронная подписка организации на ведущие журналы; научная литература, хранящаяся в БАН.

3.3.4. Читальный зал для самостоятельной работы аспиранта

3.3.5. Аудитория для самостоятельной работы аспирантов обеспечена компьютерами с выходом в Интернет.

3.4. Информационное обеспечение:

3.4.1. Список обязательной литературы:

1. Бисноватый-Коган Г.С. Релятивистская астрофизика и физическая космология. Москва "Каскад", 2010. 363 с.
2. Бисноватый-Коган Г.С. Двойные и подкрученные радиопульсары: через 30 лет после наблюдательного открытия. Успехи физических наук, т.176, №1, с. 59–75, 2006.
3. Бескин В.С. Осесимметричные стационарные течения в астрофизике. Москва, Физматлит, 2005. 381 с.
4. Потехин А.Ю. Физика нейтронных звезд. Успехи физических наук, т.180, №12, с. 1279–1304 (2010).
5. Ихсанов Н.Р., Бескровная Н.Г. AE Водолея как представитель нового подкласса взрывных переменных. Астрономический журнал, т.89, №8, с. 659–673 (2012).
6. Ихсанов Н.Р., Лих Ю.С., Бескровная Н.Г. Об эволюции периодов долгопериодических рентгеновских пульсаров. Астрономический журнал, т.91, №6, с. 449–459 (2014).

3.4.2. Список дополнительной литературы:

1. Липунов В.М. Астрофизика нейтронных звезд. Москва.: Русский Мир, 2015. 304с.
2. Лонгейр М. Астрофизика высоких энергий. Москва: Мир, 1984. 396с.
3. Гинзбург В.Л. Теоретическая физика и астрофизика. Москва Наука 1981. 503с.
4. Горбацкий В.Г. Космическая газодинамика. Москва Наука, 1977. 360с.
5. Бисноватый-Коган Г.С., Ихсанов Н.Р. Новый взгляд на аномальные рентгеновские пульсары. *Астрономический журнал* т.91, №4, с.275–286 (2014).
6. Ихсанов Н.Р., Бескровная Н.Г. О механизме торможения рентгеновского пульсара 4U2206+54. *Астрономический журнал*, т.90, №4, с.322–329 (2013).

Раздел 4. Разработчики программы

Фамилия, имя, отчество	Учёная степень	Должность
Бескровная Н.Г.	к.ф.-м.н.	с.н.с.
Барсунова О.Ю.	к.ф.-м.н.	уч. секретарь