

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Институт физики

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор по научной деятельности
Нургадиев Д.К.
« 29 » _____ 20 15 г.



Программа дисциплины
Современные проблемы астрофизики Б1.В.ДВ

Направление подготовки: 03.06.01 – Физика и астрономия

Профиль подготовки: 01.04.02 – Теоретическая физика

Квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь»

Казань 2015

1. КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ

Целью освоения специальной дисциплины “Современные проблемы астрофизики” является изучение фотометрических и спектроскопических методов астрономических наблюдений на крупных телескопах и их обработки, определение физических параметров звезд методом моделей атмосфер, исследование эволюции тесных двойных звездных систем. Отдельным разделом дисциплины является изучение конечных стадий эволюции звезд в виде вспышек Сверхновых звезд. В ходе освоения специальной дисциплины “Современные проблемы астрофизики” аспиранты приобретают следующие общекультурные и профессиональные компетенции - способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, наличие глубокие представления о строении и эволюции Солнца, солнечной системы, звезд, межзвездной среды, галактик и других космических объектов, знание основных физических процессов, ответственных за природу и наблюдаемые особенности космических объектов и явлений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОПОП

Данная учебная дисциплина включена в раздел «Б1.В.ДВ. Дисциплины по выбору» основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре. Осваивается на 2 году обучения, 4 семестр.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Обучающийся, завершивший изучение дисциплины,

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

знать:

- понятие эквивалентной ширины линии;
- процедуру отождествления линий в спектре звезды, критерии отбора спектральных линий, по которым в дальнейшем будут определяться содержания химических элементов;
- достоинства и недостатки разных методов определения химического состава атмосферы звезды;
- основные процессы ядерного синтеза различных химических элементов;
- наблюдательные и теоретические распределения различных химических элементов с металличностью (возрастом);
- основные фотометрические и спектроскопические методы обработки наблюдений;
- современные подходы к определению фундаментальных параметров звезд ;
- современные программные комплексы по расчету теоретических спектров звезд.

уметь:

- использовать знания теоретической и астрофизики физики для интерпретации получаемых результатов;
- находить и обрабатывать данные, анализировать полученные результаты;
- работать с программными комплексами WIDTH и SYNTH;
- выполнять обработку астрономических наблюдений.

владеть:

- навыками самостоятельной работы;
- навыками работы с Интернет-источниками;
- навыками работы с научной литературой и научными периодическими изданиями;

- методами определения эквивалентной ширины спектральной линии;
демонстрировать способность и готовность:
- к анализу получаемых результатов определения содержания различных химических элементов;
- к сравнению наблюдаемых зависимостей «содержание элемента-металличность» с расчетами химической эволюции Галактики;
- осваивать современные программные комплексы по расчету звездных спектров ;
- искать взаимосвязи между различными параметрами исследуемых астрономических объектов.

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
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-5	способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины (в часах) по видам нагрузки обучающегося и по разделам дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы - 108 часов.

Промежуточный контроль знаний оценивается на основе подготовки рефератов и обзорных докладов, устных выступлений с презентацией. Итоговая форма контроля зачет в 4 семестре.

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

№	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Виды и часы аудиторной работы,			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Методы Фотометрической обработки наблюдений звезд	4	2	2		12
2.	Тема 2. Методы	4	2	2		12

№	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Виды и часы аудиторной работы,			Самосто- ятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
	Спектральной обработки наблюдений звезд					
3.	Тема 3. Методы определения параметров звезд	4	4	4		12
4.	Тема 4. Метод моделей атмосфер	4	4	4		12
5.	Тема 5. Определение химического состава звезд	4	3	3		12
6.	Тема 6. Классификация тесных двойных звезд	4	3	3		12
7	Итоговая форма контроля		0	0		зачет
	Итого		18	18	0	72

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Методы фотометрической обработки наблюдений звезд

лекционное занятие (2 часа):

Шкала звёздных величин и показателей цвета. Фотоэлектрические системы. Современные методы фотоэлектрической фотометрии. Методы фотометрической обработки наблюдений звезд

практическое занятие (2 часа):

Обработка данных в среде MAXIM DLL и определение звездных величин исследуемых объектов

Тема 2. Методы спектральной обработки наблюдений звезд

лекционное занятие (2 часа):

Принципы спектрального анализа. Спектрографы. Спектральное разрешение и факторы, его определяющие. Методы обработки спектроскопии низкого и высокого разрешения

практическое занятие (2 часа):

Определение распределений энергии звезд и профилей спектральных линий

Тема 3. Методы определения параметров звезд

лекционное занятие (2 часа):

Методы определения фундаментальных параметров звезд. Классификация методов. Прямой метод определения температуры. Полупрямой метод. Определение T_{eff} по непрерывному спектру. Определение T_{eff} по скачку Бальмера. Определение T_{eff} по линиям и по

ионизационному равновесию. Определение T_{eff} по глубинам линий. Температура звезд, освещающие туманность. Фотометрические методы определения T_{eff}

практическое занятие (2 часа):

Определение фундаментальных параметров для группы звезд

Тема 4. Метод моделей атмосфер

лекционное занятие (4 часа):

Современные многослойные модели звездных атмосфер

практическое занятие (4 часа):

Работа с моделями атмосфер: определение концентрации атомов, определение коэффициентов поглощения в непрерывном и линейчатом спектре, расчет непрерывного и линейчатого спектра.

Тема 5. Определение химического состава звезд

лекционное занятие (3 часа):

Развитие современной теории химической эволюции Галактики. Основные процессы ядерного синтеза различных химических элементов. Производство химических элементов при эволюции звезд разных масс. Влияние на химическую эволюцию Галактики тесных двойных систем. Наблюдательные и теоретические распределения различных химических элементов с металличностью. Аномалии, обусловленные взаимодействием Галактики с ее окружением. Аномалии химического состава тесных двойных систем.

практическое занятие (3 часа):

Методы определения химического состава звезд. Методы, основанные на использовании эквивалентных ширин спектральных линий. Требования к характеристикам наблюдаемых спектров и к их нормировке. Критерии отбора линий и способы измерения эквивалентных ширин линий. Метод кривой роста для определения параметров и химического состава звезд, его преимущества и недостатки. Определение химического состава с применением моделей атмосфер звезд. Программный комплекс WIDTH и получаемые с его помощью результаты. Использование методики расчета синтетического спектра и программный комплекс SYNTH, его преимущества и особенности его применения.

Тема 6. Классификация тесных двойных звезд

лекционное занятие (3 часа):

Современная классификация тесных двойных систем. Типы релятивистских компонент в ТДС. Эволюция и физические параметры sdO-, sdB-субкарликов и горячих белых карликов. Основные этапы формирования и последующей эволюции ТДС. Системы с общими оболочками, как предшественник ТДС. Механизмы взаимодействия компонент ТДС. Роль магнитного поля в ТДС. Разделенные ТДС разных типов, их наблюдаемые особенности, физическое и эволюционное состояние. Двойные вырожденные объекты и их роль во вспышках Сверхновых I типа. Механизмы аккреции вещества ТДС в полуразделенных ТДС. Условия формирования и временной эволюции аккреционных дисков. Системы с дисковой аккрецией разных типов и их наблюдаемые особенности. Магнитные катаклизмические переменные с явлениями колонковой аккреции и циклотронного излучения.

практическое занятие (3 часа):

Современные методы наблюдения и изучения ТДС. Наблюдаемые кривые блеска предкатаклизмических и катаклизмических переменных разных типов и массивных рентгеновских систем. Методы численного моделирования блеска систем с учетом эффектов несферичности компонент, аккреции и отражения. Особенности формирования затмений в ТДС. Численный анализ затмений, как инструмент определения параметров компонент. Наблюдаемые спектры систем разных типов. Основы идентификации эмиссионных и абсорбционных линий. Механизм формирования двухпиковых линий в системах с дисковой аккрецией. Измерение лучевых скоростей методами Шафтера и кросс-корреляции.

Определение параметров ТДС из анализа кривых лучевых скоростей. Применение доплеровской томографии для анализа структуры ТДС с аккрецией.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Курс лекций и практических занятий организованы с применением современных мультимедийных технологий. В ходе лекций используются проблемные ситуации, на практических занятиях аспиранты выступают с презентациями по своим индивидуальным темам (возможны выступления и последующая дискуссия, как на русском, так и на английском языках, при самостоятельной работе аспиранты готовят свои презентации для практических занятий, осваивают современные пакеты (PowerPoint, Adobe Acrobat, Beamer и др.), отвечают на контрольные вопросы преподавателя, посещают консультации.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Вопросы к практическим занятиям

Тема 1. Методы фотометрической обработки

фотометрические стандарты
фотометрические системы

Тема 2. Методы спектральной обработки

современные реализации обработки спектров низкого и высокого разрешения с использованием программных комплексов DECH95 и DECH20 (входные и выходные данные, принципы)

Тема 3. Методы определения параметров звезд

Использование болометрических поправок.

Определение масс по эмпирическим зависимостям: зависимость « $T_{eff} - M_{bol}$ », «масса-светимость», фотометрический метод, метод спектрального параллакса, метод Вильсона-Баппу.

Тема 4. Метод моделей атмосфер

Определение $\log g$ по линиям водорода для звезд Вега и Сириус.
Определение $\log g$ по сильным линиям для Арктура.
Определение $\log g$ для G- карликов по ионизационному равновесию)

Тема 5. Определение химического состава звезд

эквивалентная ширина спектральной линии;
требования к характеристикам наблюдаемых спектров;
критерии отбора линий, используемых при определении химического состава атмосфер звезд;
кривая роста, участки кривой роста, профиль линии на разных участках кривой роста

Тема 6. Классификация тесных двойных звезд

классы ТДС, типы релятивистских компонент,
механизмы взаимодействия компонент,
диаграмма Г-Р для горячих субкарликов и белых карликов,
типы Новых и карликовых новых звезд,
двойных вырожденные объекты,
стадия общей оболочки

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

7.1. Регламент дисциплины

Суммарно по дисциплине можно получить максимум 100 баллов, из них текущий контроль в течение семестра оценивается в 50 баллов, зачёт - в 50 баллов.

Баллы за работу в течение семестра распределяются следующим образом:

15 баллов – устный опрос на занятиях; ответы на вопросы; участие в дискуссии.

15 баллов – Тема 1 - презентация (блок схема алгоритма обработки)

20 баллов – Тема 5 - научный доклад с презентацией.

Итого: 50 баллов

7.2. Оценочные средства текущего контроля

Тема 1. Методы фотометрической обработки

презентация: обработка данных в операционных средах MAXIM DLL MIDAS, IRAF (блок схема алгоритма обработки)

Тема 5. Определение химического состава звезд

научный доклад с презентацией (тема по выбору):

основные процессы ядерного синтеза различных химических элементов;

производство химических элементов при эволюции звезд разных масс;

теоретические распределения различных химических элементов с металличностью.

7.3. Вопросы к зачету

1. Современные методы фотометрической обработки
2. Современные методы обработки спектров низкого и высокого разрешения
3. Современные методы определения фундаментальных параметров звезд
4. Метод моделей атмосфер и современные многослойные модели
5. Основные процессы ядерного синтеза различных химических элементов.
6. Производство химических элементов при эволюции звезд разных масс.
7. Наблюдательные и теоретические распределения различных химических элементов с металличностью.
8. Методы определения химического состава звезд.
9. Современные программные комплексы для определения химического состава атмосферы звезды.
10. Современные программные комплексы для расчета спектров двойных звезд

7.4. Таблица соответствия компетенций, критериев оценки их освоения и оценочных средств

Индекс компетенции	Расшифровка компетенции	Показатель формирования компетенции для данной дисциплины	Оценочное средство
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	Участие в обсуждении рефератов и докладов, анализ уровня современности материалов представленных докладов, знать ценностные основания научной деятельности, уметь выявлять их в конкретных фактах развития науки	Тема 1 - презентация (блок схема алгоритма обработки)
УК-3	готовность участвовать в	организовать	Темы 1, 5 –

	работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	научный семинар, принимать этически корректные управленческие решения, вести дискуссии, обсуждение материала	научный доклад, презентация
УК-5	способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	Ориентирование в прикладных аспектах научных исследований, владение наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических объектов и явлений	Вопросы темы 1, 3
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Владение методикой определения фундаментальных параметров звезд; использование современных программных комплексов по обработке астрономических данных, моделированию излучения различных объектов; работа с современными астрономическими базами данных.	Тема 1 - презентация (блок схема алгоритма обработки) Вопросы темы 4, 6

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

После прослушивания курса лекций аспирант должен приступить к самостоятельному изучению дисциплины. Самостоятельное изучение дисциплины необходимо проводить в порядке предусмотренном настоящей программой и использованием других методических материалов по дисциплине. Рекомендуется при изучении теоретической части курса выполнить краткий конспект, а при выполнении практических и самостоятельных заданий составлять алгоритмы, схемы, сводки формул решения задач.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

9.1. Основная литература

1. Лукаш В.Н., Михеева Е.В. Физическая космология, М., Физматлит, 2012, ISBN: 978-5-9221-1161-4, 404 с. Изд-во ЛАНЬ:
http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=5279
2. Брауде С.Я., Конторович В.М. Радиоволны рассказывают о Вселенной, М., Физматлит, 2010, ISBN: 978-5-9221-1262-8, 237 с. Изд-во ЛАНЬ:
http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=48256

3. Бисикало Я.В., Жилкин А.Г., Боярчук А.А. Газодинамика тесных двойных звезд, М. Физматлит, 2012, ISBN: 978-5-9221-1404-2, 630 с. Изд-во ЛАНЬ: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48292
4. Большасова Л.А., Лукин В.П. Проблемы применения лазерных опорных звезд, М., Физматлит, 2012, ISBN: 978-5-9221-1383-0, 128 с. Изд-во ЛАНЬ: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5260
5. Фундаментальные космические исследования. В 2 кн. Кн.1. Астрофизика, Под науч. ред. докт. техн. наук, проф. Райкунова Г.Г., М., Физматлит, 2014, ISBN: 978-5-9221-1549-0, 452 с., Изд-во ЛАНЬ: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59705

9.2. Дополнительная литература

1. Сахибуллин Н.А. «Методы моделирования в астрофизике. Т. 1. Казань: ФЭН, 1998 (кафедральный фонд -30 экз.)

Сахибуллин Н.А. «Методы моделирования в астрофизике. Т.2, Казань: ФЭН, 2003 (кафедральный фонд – 30 экз.)

2. Звездные атмосферы : В 2-х ч. / Д. Михалас ; Перевод с англ. С. И. Грачева, Д. И. Нагирнера .— М. : Мир, 1982 .— ; 22 см + (ил.) .— Перевод изд.: Stellar atmospheres / Dimitri Mihalas (San Francisco) — 1982 .— 422 с. Михалас Д. (2 экз. НБ КФУ+ фонд кафедры 3 экз.)

3. Наблюдения и анализ звездных фотосфер / Д. Грей ; пер. с англ.: Л. И. Антиповой, С. Б. Доставалова, Д. А. Птицына под ред. В. Л. Хохловой .— Москва : Мир, 1980 .— 496 с (НБ КФУ (1) + фонд кафедры (1))

4. Строение и эволюция звезд = Structure and evolution of the stars / М. Шварцшильд ; пер. с англ. Э. В. Кононовича ; под ред. А. Г. Масевич .— Изд. 2-е, доп. — М. : Едиториал УРСС, 2004 .— 435, [1] с. : ил. ; 22 .— Загл. и авт. ориг.: Structure and evolution of the stars / Martin Schwarzschild .— По изданию 1961г. — Предм. указ. в конце кн. — Библиогр.: с. 420-432. Оригинал перевода: Structure and evolution of the stars. ISBN 5-354-00739-9, 500. (1 экз. НБ КФУ)

5. Астрофизика элементарных частиц : Пер. с нем. / Г.В.Клапдор-Клайнротхаус, К.Цюбер ; Под ред. В.А.Беднякова .— М. : Ред. журн. "Успехи физических наук", 2000 .— 495с. : ил. — Библиогр.: с.445-487 .— Предм. указ.: с.488-495 .— ISBN 5-85504-012-7 : 39.00. (1 экз. НБ КФУ)

6. Сурдин В.Г. Звезды. 2-е изд., исп. и доп. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009, 48 с. // http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2332

7. Бескин В.С. Гравитация и астрофизика. М.: Физматлит, 2008, 158 с. // http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2114

8. Тербиж В.Ю. Современные оптические телескопы. М.: Физматлит, 2007, 80 с. // http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2709

9.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Федеральный портал «Российское образование» - <http://www.edu.ru/>
2. Интегральный каталог ресурсов Федеральный портал «Российское образование» - <http://siop-catalog.informika.ru/>
3. Федеральный фонд учебных курсов - <http://www.ido.edu.ru/ffec/econ-index.html>
4. Европейская поисковая и информационная база астрофизических и астрономических данных – cdsweb.u-strasbg.fr
5. Всемирная поисковая база астрофизической и спектроскопической литературы – adsabs.harvard.edu

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Освоение дисциплины “Современные проблемы астрофизики” предполагает

использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Для лучшего освоения лекционного материала по курсу “Современные проблемы астрофизики” аспиранты готовят презентации. Понимание аспирантами излагаемого материала проверяется путем общей дискуссии по теме презентации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО аспирантуры (Приказ Минобрнауки РФ от 30.07.2014 № 867) и с учетом рекомендаций по направлению подготовки.

Автор: проф. Бикмаев И.Ф.

Рецензент: доцент Шиманский В.В.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой: проф. Бикмаев И.Ф.

Протокол заседания кафедры №10 от "08" мая 2015 г.

ОДОБРЕНО:

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК №11 от "20" мая 2015 г.