

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Спецпрактикум по физике звездных атмосфер Б1.В.ОД.9

Специальность: 03.05.01 - Астрономия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: Астроном. Преподаватель

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Шиманская Н.Н.

Рецензент(ы):

Сахибуллин Н.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Бикмаев И. Ф.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 6130318

Казань
2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Шиманская Н.Н. Кафедра астрономии и космической геодезии Отделение астрофизики и космической геодезии, Nelli.Shimanskaya@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

курс имеет цель - практически освоить методы определения основных параметров атмосфер звезд по спектральным и фотометрическим наблюдениям

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ОД.9 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 03.05.01 Астрономия и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 4, 5 курсах, 8, 9 семестры.

Изучению данной дисциплины должно предшествовать изучение следующих физико-математических дисциплин: математический цикл (все разделы), общая физика (все разделы), теоретическая физика (электродинамика, квантовая физика, теория поля); профессиональных дисциплин: общая астрономия, практическая астрофизика, общая астрофизика, теоретическая астрофизика, теория эволюции звезд, современные методы наблюдений.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-2 (профессиональные компетенции)	способностью и готовностью самостоятельно приобретать с помощью информационных и наблюдательных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью ориентироваться в базовых астрономических и физико-математических теориях и применять их в научных исследованиях
ПК-1 (профессиональные компетенции)	владением методами астрономического, физического и математического исследования при анализе глобальных проблем на основе глубоких знаний фундаментальных физико-математических дисциплин
ПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью к интенсивной научной и научно-исследовательской деятельности
ПК-4 (профессиональные компетенции)	владением наблюдательными и экспериментальными методами исследований астрономических и физических объектов и явлений

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

понятия:

- модель атмосферы,
- источники непрозрачности в атмосферах звезд разных типов,
- глубина формирования излучения в линии;

- методы определения параметров звездных атмосфер,
- критерии T_{eff} и светимости для звезд разных спектральных классов

2. должен уметь:

- отождествлять спектральные линии в спектрах звезд с использованием таблиц атомных данных,
- анализировать коэффициенты поглощения в линии и континууме,
- оценивать глубину формирования излучения на разных длинах волн;
- определять T_{eff} и $\log g$ из сравнения наблюдаемых и теоретических спектральных характеристик,
- определять содержания химических элементов по эквивалентным ширинам линий и из сравнения наблюдаемого профиля линии и теоретического;
- строить и анализировать теоретические зависимости 'содержание элемента'- 'металличность звезды'
- использовать знания теоретической физики для интерпретации астрофизических наблюдений,
- пользоваться соответствующей литературой для самостоятельного изучения вопросов, возникающих на практике.

3. должен владеть:

- представлениями о возможностях применения метода моделей атмосфер для определения параметров звезд;
- навыками самостоятельной работы.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- к обобщению, анализу, систематизации полученных результатов
- находить в литературе исходные астрономические данные, критически их анализировать, обрабатывать информацию для нахождения нужных параметров
- ориентироваться в базовых астрономических и физических теориях при интерпретации полученных результатов

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 8 семестре; зачет в 9 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	

Тема 1.

Отождествление линий в спектре АО CVn

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Метод кривой роста	8	6-10	0	0	10	Отчет
3.	Тема 3. Определение параметров атмосферы звезды методом моделей атмосфер. Часть 1: Определение параметров атмосферы холодных звезд	8	11-18	0	0	16	Отчет
4.	Тема 4. Определение параметров атмосферы звезды методом моделей атмосфер. Часть 2: Определение параметров атмосферы горячих звезд	9	1-6	0	0	18	Отчет
5.	Тема 5. Анализ химического состава атмосферы звезды методом синтетического спектра	9	7-12	0	0	18	Отчет
6.	Тема 6. Определение содержания химических элементов в атмосфере звезды с помощью программы WIDTH	9	13-18	0	0	18	Отчет
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Зачет
	Тема . Итоговая форма контроля	9		0	0	0	Зачет
	Итого			0	0	90	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Отождествление линий в спектре АО CVn

лабораторная работа (10 часа(ов)):

Процедура отождествления, эквивалентная ширина линии, формулы Больцмана-Саха, критерии отождествления линий, потенциал ионизации элемента, распространенность элемента, сила осцилляторов линии, мультиплет, таблица спектральных линий, звезды типа дельта Цита

Тема 2. Метод кривой роста

лабораторная работа (10 часа(ов)):

эквивалентная ширина линии, ?кривой роста?; задачи, решаемые с помощью кривой роста; участки кривой роста, профиль линии на каждом участке кривой роста, построение кривой роста по наблюдениям мультиплетов, электронная концентрация в Солнце, температуры возбуждения атомов, содержания химических элементов в атмосфере Солнца

Тема 3. Определение параметров атмосферы звезды методом моделей атмосфер. Часть 1: Определение параметров атмосферы холодных звезд

лабораторная работа (16 часа(ов)):

Параметры атмосферы звезды, прямые методы определения температуры и поверхностной силы тяжести звезды, полупрямые методы, методы, основанные на использовании моделей атмосфер; показатели цвета, определение температуры звезды по показателям цвета, эмпирические зависимости (калибровки) температуры от показателя цвета, ошибка метода; определение $\log g$ полупрямым методом с использованием тригонометрических параллаксов и эволюционных треков; таблица спектральных линий, программа расчета содержаний элемента в ЛТР-приближении WIDTH, логарифмическая шкала содержаний

Тема 4. Определение параметров атмосферы звезды методом моделей атмосфер. Часть 2: Определение параметров атмосферы горячих звезд

лабораторная работа (18 часа(ов)):

показатели цвета, бальмеровский скачок, поглощение в бальмеровских линиях, поглощение в крыльях сильных линий металлов, отношение эквивалентных ширин линий одного элемента в двух последовательных стадиях ионизации

Тема 5. Анализ химического состава атмосферы звезды методом синтетического спектра

лабораторная работа (18 часа(ов)):

Модель атмосферы, бланкетированные модели атмосфер, источники непрозрачности в атмосфере, коэффициенты поглощения и излучения, линии абсорбционные, непрерывный спектр, скорости микро и макротурбулентности, вращение звезд, программа по расчету синтетического спектра звезды SYNTH, процедура отождествления спектра, содержание химического элемента, дисперсия содержаний

Тема 6. Определение содержания химических элементов в атмосфере звезды с помощью программы WIDTH

лабораторная работа (18 часа(ов)):

Модель атмосферы, бланкетированные модели атмосфер, локальное термодинамическое равновесие среды, программа по расчету ЛТР-содержания химических элементов в атмосфере звезды WIDTH, эквивалентная ширина спектральной линии, содержание химического элемента, дисперсия содержаний, ионизационное равновесие

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Отождествление линий в спектре АО CVn	8	1-5	подготовка к отчету	10	Отчет
2.	Тема 2. Метод кривой роста	8	6-10	подготовка к отчету	10	Отчет

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
3.	Тема 3. Определение параметров атмосферы звезды методом моделей атмосфер. Часть 1: Определение параметров атмосферы холодных звезд	8	11-18	подготовка к отчету	16	Отчет
4.	Тема 4. Определение параметров атмосферы звезды методом моделей атмосфер. Часть 2: Определение параметров атмосферы горячих звезд	9	1-6	подготовка к отчету	6	Отчет
5.	Тема 5. Анализ химического состава атмосферы звезды методом синтетического спектра	9	7-12	подготовка к отчету	6	Отчет
6.	Тема 6. Определение содержания химических элементов в атмосфере звезды с помощью программы WIDTH	9	13-18	подготовка к отчету	6	Отчет
	Итого				54	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются такие интерактивные формы обучения как обсуждение теоретических вопросов, чтение научных статей по данной тематике, обсуждение полученных результатов и их оптимальности, выполнение расчетно-графического задания при оформлении отчета по выполненной работе

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Отождествление линий в спектре АО CVn

Отчет , примерные вопросы:

(ОПК-1) Таблица с параметрами исследуемой звезды АО CVn; измерение длины волны абсорбции, указанной на выданной карточке с участком спектра $\sim 40\text{Å}$, расчет силы линии всех абсорбций, входящих в заданный интервал длин волн; анализ полученных результатов; оформление итоговой таблицы с отождествлением, оформление карточки Контрольные вопросы: 1. Какие критерии отождествления спектральных линий Вы знаете? 2. Как оценивается сила линии S ? 3. Охарактеризуйте звезду, спектр которой Вы анализировали?

Тема 2. Метод кривой роста

Отчет , примерные вопросы:

(ПК-1) Работа с программно-вычислительным комплексом ?Кривая роста? по построению кривой роста по мультиплетам FeI, FeII, SiI, NiI для атмосферы Солнца. Получение температуры возбуждения данных атомов и ионов, электронной концентрации в атмосфере Солнца и содержания каждого химического элемента. Сравнение полученных содержаний с определенными другими методами, опубликованными в литературе.

Тема 3. Определение параметров атмосферы звезды методом моделей атмосфер. Часть 1: Определение параметров атмосферы холодных звезд

Отчет , примерные вопросы:

(ПК-3, ОПК-1) Поиск показателей цвета для выборки звезд. Расчет температуры по показателям цвета с использованием калибровок "показатель цвета - температура". Точность полученных температур. Анализ значений температур, расчет среднего значения. Уточнение массы звезды по эволюционным трекам. Расчет параметра $\log g$ с использованием тригонометрических параллаксов. Определение металличности звезды и скорости микротурбулентности по программе WIDTH. Определение $\log g$ по ионизационному равновесию. Написание отчета. Заполнение таблиц. Оформление графиков. Контрольные вопросы: 1. В чем суть метода моделей атмосфер? 2. Фундаментальные параметры звезд. 3. Прямые и полупрямые методы определения параметров звезд.

Тема 4. Определение параметров атмосферы звезды методом моделей атмосфер. Часть 2: Определение параметров атмосферы горячих звезд

Отчет , примерные вопросы:

(ПК-4, ОПК-2) Определение параметров атмосферы по бальмеровскому скачку. Определение параметров атмосферы по крыльям сильных линий металлов. Определение параметров атмосферы по отношению эквивалентных ширин линий одного элемента в двух последовательных стадиях ионизации. Написание отчета. Заполнение таблиц. Оформление графиков. Контрольные вопросы: 1. Каковы особенности распределения энергии в спектрах звезд разных спектральных типов: O, A, G, M? 2. Как изменяются эквивалентные ширины и профили водородных линий с ростом температуры и $\log g$? 3. Каковы индикаторы эффективной температуры и светимости для звезд разных типов?

Тема 5. Анализ химического состава атмосферы звезды методом синтетического спектра

Отчет , примерные вопросы:

(ПК-3, ОПК-2) Расчет синтетического (теоретического) спектра выделенного участка звезды с помощью программы syntm.exe (или syntm1.exe). Сравнение наблюдаемого профиля линии поглощения и теоретического при разных значениях содержания химического элемента, скорости макротурбулентности. Определение содержания химического элемента. Дисперсия содержаний. Написание отчета. Заполнение таблиц. Оформление графиков. Контрольные вопросы: 1. Источники непрозрачности в атмосфере звезды. 2. Параметры, уширяющие профиль линии. На какую часть профиля они действуют?

Тема 6. Определение содержания химических элементов в атмосфере звезды с помощью программы WIDTH

Отчет , примерные вопросы:

(ПК-4, ОПК-1) Подготовка исходных файлов для расчета содержаний данного химического элемента. Определение содержания химического элемента. Дисперсия содержаний. Построение зависимости "содержание элемента - металличность звезды" по литературным данным. Теоретические эволюционные зависимости. Написание отчета. Заполнение таблиц. Оформление графиков. Контрольные вопросы: 1. Эволюционные зависимости "содержание элемента - металличность звезды" для элементов альфа-процесса. 2. Эволюционные зависимости "содержание элемента - металличность звезды" для элементов CNO-цикла. 3. Эволюционные зависимости "содержание элемента - металличность звезды" для элементов r- и s-процесса.

Итоговая форма контроля

зачет

Итоговая форма контроля

зачет

Примерные вопросы к зачету:

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТАм

1. Что означает условие лучистого равновесия? Как записывается уравнение лучистого равновесия?
2. Что означает условие гидростатического равновесия? Как записывается уравнение гидростатического равновесия?
3. Что означает предположение о локальном термодинамическом равновесии (ЛТР) ?
4. Каковы основные источники непрозрачности в атмосферах звезд разных спектральных типов: O, A, G, M?
5. При каких предположениях построены не-ЛТР модели атмосфер и бланкетированные модели атмосфер?
6. Как строится модель атмосферы?
7. Как влияют на температурное распределение учет поглощения в спектральных линиях, учет не-ЛТР эффектов, учет конвекции?
8. Каковы особенности распределения энергии в спектрах звезд разных типов: O, A, G, M?
9. Каковы критерии отождествления спектральных линий?
10. Что такое бальмеровский скачок? Как меняется его величина с изменением Тэфф? Почему?
11. Как интенсивность водородных линий зависит от Тэфф и $\log g$? Почему?
12. Какие спектральные особенности у звезд разных спектральных типов наиболее чувствительны к Тэфф? Почему?
13. Какие спектральные особенности у звезд разных спектральных типов наиболее чувствительны к $\log g$? Почему?

7.1. Основная литература:

1. Звезды / [В. П. Архипова, С. И. Блинников, С. А. Ламзин и др.] ; ред.-сост. В. Г. Сурдин .? Москва : Физматлит, 2008 .? 427 с. : ил. ; 22 .? (Серия 'Астрономия и астрофизика') .? Авт. указаны на обороте тит. л. ? Библиогр. в конце гл. (2 экз., фонд КФУ; 10 экз., фонд кафедры)
Сурдин В.Г. Звезды. 2-е изд., исп. и доп. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009, 428 с. ISBN: 978-5-9221-1116-4 // <https://e.lanbook.com/book/2332#authors>
2. Бескин В.С. Гравитация и астрофизика. М.: Физматлит, 2009, 158 с. ISBN: 978-5-9221-1054-9 // <https://e.lanbook.com/book/2114#authors>
3. Гусейханов, М.К. Основы астрофизики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.К. Гусейханов. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2017. ? 208 с. ?
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93593>

7.2. Дополнительная литература:

Общая астрофизика, Засов, Анатолий Владимирович; Постнов, Константин Александрович, 2006г.

1. Общая астрофизика : учебное пособие для студентов вузов / А. В. Засов, К. А. Постнов .? Фрязино : Век 2, 2006 .? 496 с. : ил. ; 22 см. ? В надзаг.: МГУ, Физический факультет, Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга .? Библиогр.: с. 485-486 .? Предм. указ.: с. 487-493 .?
ISBN 5-85099-169-7 (в пер.) , 1500. (107 экз., фонд КФУ)

2. 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.(1 экз., НБ КФУ + 5 экз., фонд кафедры)
3. Астрономические наблюдения / Г. Уокер .? Москва : Мир, 1990 .? 351 с. (11 экз., НБ КФУ; 3 экз., фонд кафедры)
4. Курс теоретической астрофизики : учебник для студентов / В. В. Соболев .? Москва : Наука, 1985 .? 504 с. + табл., ил. ? 1р.50к. (21 экз., фонд КФУ)
5. Сахибуллин Н.А. Методы моделирования в астрофизике. Т. 1.Казань: ФЭН, 1998, с. 328 (25 экз., кафедральный фонд)
6. Сахибуллин Н.А. Методы моделирования в астрофизике. Т.2, Казань: ФЭН, 2003, с.388 (25 экз., кафедральный фонд)
7. Фундаментальные космические исследования. В 2 кн. Кн.1. Астрофизика. [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2014. ? 452 с. ?
Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/59705> ? Загл. с экрана.

7.3. Интернет-ресурсы:

The SAO/NASA Astrophysics Data System (всемирная поисковая и информационная база астрофизической и спектроскопической литературы) - adsabs.harvard.edu
база астрофизических и астрономических данных - cdsweb.u-strasbg.fr
Интегральный каталог ресурсов Федеральный портал - <http://siop-catalog.informika.ru/>
Федеральный фонд учебных курсов - <http://www.ido.edu.ru/ffec/econ-index.htm>
Федеральный фонд учебных программ - <http://www.ido.edu.ru/ffec/econ-index.html>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Спецпрактикум по физике звездных атмосфер" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

- для поддержки мультимедиа-презентаций во время лекционных занятий используются следующие программные продукты: Mircsft Pwer Pint в составе Mircsft Office 2007 (2 академические лицензии), OpenOffice.org 3.0 Impress (открытая лицензия GPL), Adbe Reader 9 (предоставлено физическим факультетом для 20 рабочих мест на условиях академической лицензии Mircsft);

- учебные аудитории кафедры астрономии и космической геодезии;

- стационарное и переносное демонстрационное оборудование (мультимедийные проекторы, ноутбуки).

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 03.05.01 "Астрономия" и специализации не предусмотрено .

Автор(ы):

Шиманская Н.Н. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Сахибуллин Н.А. _____

"__" _____ 201__ г.