

УДК.522.21, 524.45

Наблюдения астрономов Одесской астрономической обсерватории на 50'' рефлексоре КраО

Т.В. Мишенина, О.П. Парамонова

Астрономическая обсерватория Одесского национального университета имени И.И. Мечникова,
Одесса, Украина
tmishenina@ukr.net, olpetri@mail.ru

Поступила в редакцию 29 октября 2012 г.

Аннотация. Представлены тематика наблюдений и результаты исследований, выполненных сотрудниками Одесской астрономической обсерватории на основе спектров, полученных на 50'' рефлексоре Крымской астрофизической обсерватории.

OBSERVATIONS OF THE ASTRONOMERS OF ODESSA ASTRONOMICAL OBSERVATORY AT 50'' REFLECTOR OF CRAO, *by T.V. Mishenina, O.P. Paramonova.* The paper presents the subject matter and results of the researches, conducted by the specialists of Odessa Astronomical Observatory, based on the spectra, obtained with 50'' reflecting telescope at the Crimean Astrophysical Observatory.

Ключевые слова: телескопы, звезды, переменные звезды, параметры, химический состав

1 Введение

Вековой юбилей телескопа Carl Zeiss–50'' Крымской астрофизической обсерватории – событие неординарное. Не одно поколение астрономов разных обсерваторий проводило на нем бессонные звездные ночи. С середины шестидесятых до середины восьмидесятых годов двадцатого века на нем регулярно наблюдали сотрудники Одесской астрономической обсерватории. В течение двух десятилетий на “пятидесятку”, как ее называли астрономы, приезжали наблюдать Н.С. Комаров, В.Г. Каретников, Ю.А. Медведев, Ю.С. Романов, З.Н. Фенина, А.В. Драгунова, Р.К. Сахарова, Л.Ф. Орлова, Н.А. Гладушина, А.Н. Щербак, Т.В. Мишенина, С.В. Куценко, О.П. Парамонова, Л.П. Зайкова, Л.П. Бачина, Г.А. Гарбузов, Е.В. Менченкова, С.М. Андриевский и др.

В программу исследований входили спектральные наблюдения звезд различных типов:

- долгопериодические и полуправильные переменные, звезды типа Миры Кита;
- звезды типа RR Лиры;
- затменные двойные звезды;
- звезды поздних спектральных классов G, K, M поля и рассеянных скоплений;
- звезды типа δ Щита и др.

В данной статье мы кратко представляем результаты наблюдений, полученных с помощью 50'' (122 см) рефлексора Крымской астрофизической обсерватории.

2 “Металлические” звезды, долгопериодические и полуправильные переменные

Одним из первых из одесской группы астрономов приехал в Крымскую обсерваторию Николай Сергеевич Комаров, который сотрудничал с Иваном Михеевичем Копыловым. В 1965 году в “Известиях Крымской астрофизической обсерватории” опубликована его работа “Электронные плотности в атмосферах “металлических” звезд” (Комаров, 1965). По номерам последних наблюдаемых линий (n_m) водородной серии Бальмера методом Инглиса-Теллера им были определены электронные плотности в атмосферах 29 звезд спектральных классов А–F, имеющих количественную спектральную классификацию. Для этой цели использовано 107 спектрограмм, полученных на кварцевом спектрографе 122-см рефлектора КрАО АН СССР с дисперсией $150 \text{ \AA}/\text{mm}$ у линии $H\gamma$, предоставленных ему И.М. Копыловым. Была сравнена методика определения номера последней наблюдаемой линии Бальмеровской серии при помощи экстраполяции зависимости эквивалентной ширины W от n к нулевой эквивалентной ширине с методикой экстраполяции зависимости центральной глубины R от n к нулевой центральной глубине. Получено, что электронные плотности “металлических” звезд, определенные по водородным линиям, в среднем не отличаются от электронных плотностей “нормальных” звезд того же спектрального класса Главной Последовательности, если за основной спектральный класс принять “водородный”.

С 1966 по 1971 гг. Ю.А. Медведев регулярно проводил наблюдения на $50''$ телескопе КрАО. Им, совместно с другими сотрудниками Одесской астрономической обсерватории, были исследованы физические условия и химический состав в атмосферах М-гигантов по спектрограммам, полученным на АСП-11 (дисперсия $15 \text{ \AA}/\text{mm}$, исследуемая область спектра $3900\text{--}4660 \text{ \AA}$). Определение температуры выполнено по колебательно-вращательному спектру α -системы молекулы TiO. Методом кривых роста определено содержание элементов и турбулентная скорость. По отношению содержания иттрия в двух соседних стадиях ионизации по преобразованной формуле Саха были вычислены значения электронного давления. Измерены лучевые скорости (β Пегаса, ρ Персея, R Лиры). Не обнаружена стратификация содержаний элементов или турбулентной скорости. Для звезд δ^2 Лиры и γ Геркулеса получено, что уменьшение интенсивности линий Ti I обусловлено образованием молекулы TiO (Комаров и др., 1973; Комаров и др., 1977).

С 1973 г. к наблюдениям на телескопе приступают А.В. Драгунова и Л.Ф. Орлова. Было исследовано влияние покровного эффекта на спектрофотометрические характеристики атмосфер М-звезд. Рассмотрены эффекты блокировки излучения атомными линиями и молекулярными полосами поглощения и ретротермический (парниковый) эффект (Комаров, Драгунова, 1975; Драгунова, Панчук, 1978).

3 Звезды типа RR Лиры

С 1969 г. Ю.С. Романов и З.Н. Фенина начинают наблюдения звезд типа RR Лиры. Особое внимание уделялось исследованию звезд типа RR Лиры, обладающих эффектом Блажко, который заключается в периодическом смещении максимума, сопровождающимся изменением формы и амплитуды кривой блеска. Это позволяет получить информацию по одной звезде в различных состояниях пульсации. Изучение эффекта Блажко предполагает непрерывные и длительные наблюдения.

С середины 70-х гг. наблюдения выполняют О.П. Парамонова и Л.П. Зайкова. В программу исследования входили звезды RR Лиры, XZ Лебеда, SW Андромеды, RZ Лиры и стандартные звезды. Все наблюдения получены на спектрографе АСП-11 с дисперсией $125 \text{ \AA}/\text{mm}$ и $37 \text{ \AA}/\text{mm}$. Для звезды RR Лиры определены лучевые скорости и создан каталог эквивалентных ширин линий поглощения в спектрах. Установлено, что изменения параметров ΔS и ρ имеют сложный характер, связанный с условиями формирования линий поглощения ионизованного кальция и других металлов. В отдельных случаях при значительном ослаблении линии K Ca II наблюдается нормальная интенсивность линий поглощения других металлов (Романов и Фенина, 1981). Выполнена спектральная количественная классификация переменной XZ Лебеда по линиям водорода, ионизованного кальция и других металлов. Составлен каталог эквивалентных ширин линий поглощения

(Кынчев, Романов, 1974; Романов, Фенина, 1981). Установлен сложный характер изменения параметра металличности ΔS в атмосфере SW Андромеды в зависимости от фазы основного колебания блеска и эффекта Блажко (Фенина, Романов, 1975; Фенина, 1985). Определены лучевые скорости RZ Лиры. Проведено исследование спектральных особенностей методом количественной спектральной классификации (Романов, 1977). Полученные результаты указывают, что исследования спектральных характеристик звезд типа RR Лиры необходимо выполнять по всем фазам изменения блеска основного колебания для различных фаз эффекта Блажко. По исследованию RZ Лиры было обнаружено, что необходимо учитывать изменение всех физических параметров атмосферы, возможное влияние магнитного поля и их взаимную связь с интенсивностью отдельных линий (Романов, Фенина, 1983). Выявлено влияние содержания тяжелых элементов в атмосферах звезд спектральных классов от А до F на зависимость эффективной температуры от показателя цвета В–V (Зайкова, Романов, 1978). Получен стандартный химический состав атмосфер для звезд спектральных классов A1–G0 (Фенина, Романов, 1980). Всего получено 312 спектрограмм 74-х стандартных звезд и 260 спектрограмм переменных звезд с дисперсией 125 Å/mm и 37 Å/mm.

4 Затменные двойные звезды

Наблюдения затменных двойных звезд были начаты В.Г. Каретниковым во второй половине 60-х годов. С 1975 г. их проводили С.В. Куценко, а затем Е.В. Менченкова. Выполнены спектральные исследования затменных двойных звезд RY Персея, V 367 Лебеда, RY Близнецов.

Для RY Персея получено 30 спектрограмм с дисперсией 37 Å/mm. Спектр звезды оказался составным, со сложно меняющимися характеристиками спектральных линий. Водородные линии показывают изменения эквивалентных ширин с периодом обращения, контур линий гелия заметно меняется с фазой. В отдельных спектрах наблюдаются эмиссионные линии металлов. Методом кривых роста определены физические характеристики компонентов системы. Полученные результаты подтверждают выводы о существовании в системе RY Персея газовой оболочки, имеющей вид потока, идущего от спутника и окружающего главную звезду, а также описывают особенности предложенной в работе модели строения RY Персея (Каретников, Куценко, 1979; Каретников и др., 1979).

Для V 367 Лебеда предложена модель системы: вторичная компонента заполняет свою полость Роша и, истекая материей, дает поток вещества, который направлен в сторону главной звезды и образует мощную оболочку вокруг главной звезды и системы в целом. Истечение вещества значительно и сравнимо с величиной истечения массы в системе β Лиры (Каретников, Менченкова, 1985а, б).

Изучены физические условия в атмосфере главной звезды системы RY Близнецов. Определены спектральный класс и светимость, температура возбуждения, турбулентная скорость, электронное давление в атмосфере и оболочке, концентрация атомов некоторых химических элементов (Каретников, Менченкова, 1987).

5 Звезды поздних спектральных классов G, K, M поля и рассеянных скоплений

Звезды-гиганты КО III, принадлежащие рассеянным скоплениям Гиад, NGC 752, M 25 и движущейся группе UMa, исследованы по спектрограммам, полученным на АСП-11 А.Н. Щербак. Для изучения звезд использовался модифицированный метод дифференциальных кривых роста. Получено, что химический состав звезд исследованных скоплений близок к химическому составу атмосферы Солнца. Обнаружен избыток тяжелых элементов группы железа в атмосферах звезд N 213 и HD 170820. С помощью моделей атмосфер оценены эффективные глубины формирования атомных линий поглощения. Проведена оценка градиента металличности в диске Галактики (Комаров, Щербак, 1979; Комаров, Щербак, 1980 а, б). Исследовано 40 G, K гигантов по 59 спектрограммам,

полученным Т.В. Мишениной на АСП-11 с дисперсией $15 \text{ \AA}/\text{mm}$, в диапазоне $5300\text{--}5700 \text{ \AA}$. Параметры атмосферы и содержания химических элементов определены относительно звезды Арктур. Для большинства звезд была получена близкая к солнечной распространенность химических элементов. Проведена оценка дисперсии металличности в окрестности Солнца. Содержание элементов Na, Y, Ba, La, Nd, Eu определены методом спектрального синтеза (Комаров, Мишенина, 1985; Клочкова и др., 1989). Создан Каталог эквивалентных ширин линий в спектрах гигантов.

6 Звезды типа δ Щита

С 1979 г. в течение нескольких лет на $50''$ проводил наблюдения Г.А. Гарбузов, в программе исследований которого были звезды типа δ Щита, RR Лиры и другие. Для VZ Рака – звезды типа RR Лиры, в феврале – марте 1980 г. на дифракционном спектрографе АСП-11, установленном в фокусе Несмита, получено 39 спектрограмм с дисперсией $37 \text{ \AA}/\text{mm}$. Сделана оценка изменения эффективной температуры с фазой изменения блеска и эффекта Блажко. Обнаружены и исследованы эмиссионные особенности в линии $\text{H}\alpha$ в спектрах VZ Рака (Гарбузов, 1982).

В июле – сентябре 1980 г. для пульсирующих звезд ДН Пегаса и RZ Цефея также на АСП-11 с обратной линейной дисперсией $125 \text{ \AA}/\text{mm}$ во втором порядке им было получено 60 спектрограмм (24 и 36 соответственно) в области длин волн $3600\text{--}4800 \text{ \AA}$. Выполнена количественная спектральная классификация исследуемых звезд. Обнаружено аномальное, по отношению к водороду и металлам, изменение интенсивности линии K Ca II (Гарбузов, 1983а). В октябре 1982 г. проведены наблюдения ДН Пегаса и RZ Цефея на дифракционном спектрографе UAGS с электронно-оптическим преобразователем (ЭОП). Получены 24 спектрограммы с дисперсией $79 \text{ \AA}/\text{mm}$ в области длин волн $6000\text{--}6700 \text{ \AA}$. В спектре ДН Пегаса обнаружено расщепление на компоненты в фазах максимума блеска и появление эмиссии в ядре линии $\text{H}\alpha$. Расщеплению линии на коротко- и длинноволновую компоненты предшествует появление эмиссии. Сделан вывод, что изменение контура линии $\text{H}\alpha$ в фазах максимума блеска является результатом сложных движений в атмосфере ДН Пегаса, а согласие с теоретическими предсказаниями позволяет предположить существование в фазах максимального блеска ударных волн в атмосфере этой звезды (Гарбузов, 1983б). Анализ изменений контура линии $\text{H}\alpha$ в спектре RZ Цефея показывает, что для нее характерно наличие эффекта расщепления в фазах максимума блеска (Гарбузов, Зайкова, 1986).

Для V 473 Лиры – звезды с уникальной пульсационной активностью в августе 1985 г. получены 5 спектрограмм в области $\text{H}\alpha$ в фазах максимума блеска с высоким разрешением во времени (наблюдения проводились при помощи однокаскадного ЭОП с волоконной оптикой, сопряженного с линзовой камерой дифракционного спектрографа АСП-11, дисперсия $40 \text{ \AA}/\text{mm}$). Проведен сравнительный анализ изменений профиля линии $\text{H}\alpha$ в спектре V 473 Лиры, классических цефеид и цефеид с биениями. По результатам исследования сделан вывод, что быстрые изменения профиля линии $\text{H}\alpha$, наблюдаемые у V 473 Лиры, не характерны для цефеид. Отмечено качественное сходство этих изменений со спектральным проявлением нерадиальных пульсаций (Андриевский, Гарбузов, 1987а).

Для обнаружения и идентификации высокочастотных радиальных колебаний пульсирующих звезд типа δ Щита предлагается использовать информацию об изменении эквивалентной ширины и лучевой скорости спектральных линий, формирующихся во внешних слоях атмосфер (например, $\text{H}\alpha$). По 32 спектрограммам с дисперсией $40 \text{ \AA}/\text{mm}$, полученным с высоким временным разрешением в июле 1985 г., найдена быстрая переменность линии $\text{H}\alpha$ у τ Пегаса, которая интерпретируется как проявление радиальных колебаний в 3 и 5 обертонах (Гарбузов и др., 1987).

По 50 спектрограммам, полученным с высоким временным разрешением в августе 1985 г. (дисперсия $40 \text{ \AA}/\text{mm}$), исследовано поведение линии $\text{H}\alpha$ у τ Лебеда. Обнаружено, что лучевая скорость и эквивалентная ширина линии поглощения на протяжении интервала наблюдения оставались практически постоянными. Ослабление (или прекращение) пульсации τ Лебеда, по-видимому, связано с ее положением на красной границе полосы неустойчивости звезд типа δ Щита и эффективным подавлением пульсации конвективными движениями в атмосфере (Андриевский, Гарбузов, 1987б).

Всего с 1979 по 1982 гг. получено 109 спектрограмм с дисперсией $125 \text{ \AA}/\text{mm}$ в области $3600\text{--}4800 \text{ \AA}$ и 127 спектрограмм с дисперсией $79 \text{ \AA}/\text{mm}$ в области линии $H\alpha$ ($6000\text{--}6700 \text{ \AA}$). В 1985 г. получено 87 спектрограмм с дисперсией $40 \text{ \AA}/\text{mm}$.

7 Заключение

Результаты анализа наблюдательного материала, полученного на $50''$ рефлекторе, были опубликованы в 57 работах и использованы для защиты 13 диссертаций на соискание степени кандидата физ.-матем. наук (Н.С. Комаров, Ю.А. Медведев, Ю.С. Романов, З.Н. Фенина, А.В. Драгунова, Петр Кынчев (Болгария), Н.А. Гладушина, А.Н. Щербак, Т.В. Мишенина, Г.А. Гарбузов, С.М. Андриевский, Е.В. Менченкова, В.Е. Панчук) и диссертации на соискание степени доктора физ.-матем. наук В.Г. Каретникова.

Литература

- Андриевский С.М., Гарбузов Г.А. // Кинем. и физ. небесн. тел. 1987а. Т. 3. С. 94.
 Андриевский С.М., Гарбузов Г.А. // Письма в Астрон. журн. 1987б. Т. 13. № 5. С. 414.
 Гарбузов Г.А., Андриевский С.М., Маланушенко В.П. // Письма в Астрон. журн. 1987. Т. 13. № 4. С. 321.
 Гарбузов (Garbuzov G.A.) // Inf. Bull. Var. Stars. 1982. N. 2205. P. 1.
 Гарбузов Г.А. // Пробл. косм. физ. 1983а. Вып. 18. С. 103.
 Гарбузов Г.А. // Письма в Астрон. журн. 1983б. Т. 9. С. 482.
 Гарбузов Г.А., Зайкова Л.П. // Кинем. и физ. небесн. тел. 1986. Т. 2. С. 14.
 Драгунова А.В., Панчук В.Е. // Сообщения САО. 1978. Т. 22. С. 43
 Зайкова Л.П., Романов Ю.С. // Астрометрия и Астрофизика. 1978. Т. 35. С. 76.
 Каретников В.Г., Куценко С.В. // Астрон. журн. 1979. Т. 56. Вып. 5. С. 1012.
 Каретников В.Г., Канцен Л.Э., Куценко С.В. // Астрон. журн. 1979. Т. 56. Вып. 6. С. 1220.
 Каретников В.Г., Менченкова Е.В. // Астрон. журн. 1985а. Т. 62. Вып. 3. С. 542.
 Каретников В.Г., Менченкова Е.В. // Астрон. журн. 1985б. Т. 62. Вып. 4. С. 744.
 Каретников В.Г., Менченкова Е.В. // Астрон. журн. 1987. Т. 64. Вып. 2. С. 367.
 Клочкова В.Г., Мишенина Т.В., Панчук В.Е. // Письма в Астрон. журн. 1989. Т. 15. № 4. С. 3150.
 Комаров Н.С. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 1965. Т. 33. С. 273.
 Комаров Н.С., Медведев Ю.А., Мишенина Т.В. // Астрон. журн. 1973. Т. 50. Вып. 6. С. 1193.
 Комаров Н.С., Драгунова А.В. // Астрон. журн. 1975. Т. 52. Вып. 6. С. 1231.
 Комаров Н.С., Гладушина Н.А., Мишенина Т.В. // Астрон. журн. 1977. Т. 54. Вып. 1. С. 48.
 Комаров Н.С., Щербак А.Н. // Астрон. циркуляр. 1979. № 1081. С. 4.
 Комаров Н.С., Щербак А.Н. // Астрон. журн. 1980а. Т. 57. Вып. 3. С. 557.
 Комаров Н.С., Щербак А.Н. // Письма в Астрон. журн. 1980б. Т. 6. № 4. С. 637.
 Комаров Н.С., Мишенина Т.В. // Кинем. и физ. небесн. тел. 1985. Т. 1. С. 77.
 Кынчев П.З., Романов Ю.С. // Переменные звезды. 1974. Т. 19. С. 471.
 Романов Ю.С. // Переменные звезды. 1977. Т. 20. С. 299.
 Романов Ю.С., Фенина З.Н. // Переменные звезды. Приложение. 1981. Т. 4. С. 35.
 Романов Ю.С., Фенина З.Н. // Пробл. косм. физ. 1983. Вып. 18. С. 109.
 Фенина З.Н. // Пробл. косм. физ. 1985. Вып. 20. С. 64.
 Фенина З.Н., Романов Ю.С. // Астрон. циркуляр. 1975. № 862. С. 2.
 Фенина З.Н., Романов Ю.С. // Астрон. циркуляр. 1980. № 1144. С. 1.