

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕОБЫЧНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ А-ЗВЕЗД γ Boo и γ UMi

Р. Н. Кумайгородская, Н. М. Чунакова

Изучен характер поведения различных параметров водородных линий и линии К ионизованного кальция в спектрах двух необычных переменных γ Boo (A7 III), γ UMi (A3 II—III) и сделаны предварительные заключения относительно их принадлежности к пекулярным звездам.

The character of behaviour of different parameters of hydrogen lines and K-line of ionized calcium in the spectra of the unusual variable stars γ Boo (A7 III), γ UMi (A3 II—III) is studied, and preliminary conclusions as for their belonging to peculiar stars are drawn.

Интерес к звездам γ Boo (A7 III) и γ UMi (A3 II—III) возник в связи с тем, что на диаграмме Герцшпрунга—Рессела они расположены вблизи области неустойчивости, занимаемой пекулярными звездами, поэтому изучение их важно для выяснения взаимосвязи магнитных и пекулярных звезд с соседними группами переменных объектов.

Принадлежность γ Boo и γ UMi к определенному типу переменных пока еще точно не установлена. Так, γ Boo по одним признакам относят к цефеидам, по другим — к звездам типа δ Sct. А у некоторых звезд типа δ Sct (например, δ Del [1]) наблюдается повышенное содержание редких земель, что характерно для магнитных звезд. γ Boo и γ UMi показывают как фотометрическую, так и спектральную переменность [2—5]. В литературе имеются указания на изменения интенсивностей линий водорода и ионизованного кальция К в их спектрах, на присутствие эмиссии в ядре последней в случае γ Boo [6], эмиссионных линий и линий оболочки в спектре γ UMi [5, 7]. Согласно [8, 9] в спектрах γ Boo и γ UMi линия К CaII усилена, как и в случае некоторых магнитных и пекулярных звезд [10] (хотя для последних более характерно аномальное ослабление линии К).

Основной трудностью при изучении этих звезд является иррегулярность изменений блеска, интенсивностей спектральных линий, а также лучевых скоростей. Предыдущие исследователи указывали в связи с этим на необходимость получения более длительных рядов наблюдений с хорошим временным разрешением для выяснения деталей обнаруженных явлений.

Летом 1972 г. на дифракционном спектрографе 50" телескопа Крымской астрофизической обсерватории нами получено большое количество спектрограмм γ Boo и γ UMi (29 и 22 спектрограммы соответственно, обратная дисперсия 15 Å/мм, продолжительность экспозиций 3—6 мин.), равномерно распределенных по фазам периода изменения блеска (0^d2903137, γ Boo) и изменения лучевых скоростей (0^d108449, γ UMi).

Указанные спектрограммы для каждой звезды получены в течение одного периода, временное разрешение составляет 10—20 мин. для γ Boo и 5—10 мин. для γ UMi. Обработка профилей водородных линий проводилась на полуавтоматическом цифровом преобразователе «диаграмма—код» Ф-004 с последующим вычислением на ЭВМ М-222 по программе, составленной В. С. Лебедевым. Линия К CaII в обеих звездах обработана обычным методом.

Сравнение эквивалентных ширин W_λ , полученных нами и другими авторами, обнаружило систематическую разницу, которая связана, по-видимому, с различием в проведении непрерывного спектра.

1. γ ВОО. Исследовано поведение эквивалентных ширин W_λ , эквивалентных ширин «ядер» W_λ , полуширин $\Delta\lambda$ и центральных глубин R_c водородных линий H_δ — H_8 , как наиболее уверенных в спектре, а также линии К CaII и центральных глубин R_c и эквивалентных ширин W_λ некоторых линий других элементов в течение периода. Перечисленные параметры водородных линий не изменяются в зависимости от фазы периода и показывают большой разброс, обусловленный, очевидно, ошибками измерений и, возможно, реальными изменениями. Например, при двух фазах 0^h11 и 0^h61 наблюдаются

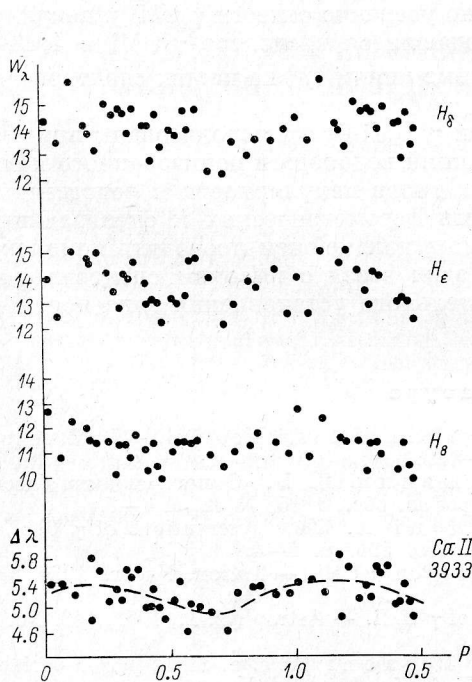


Рис. 1. Изменения эквивалентных ширин W_λ (Å) линий H_δ — H_η и полуширин $\Delta\lambda$ (Å) линии К CaII в спектре γ ВОО.

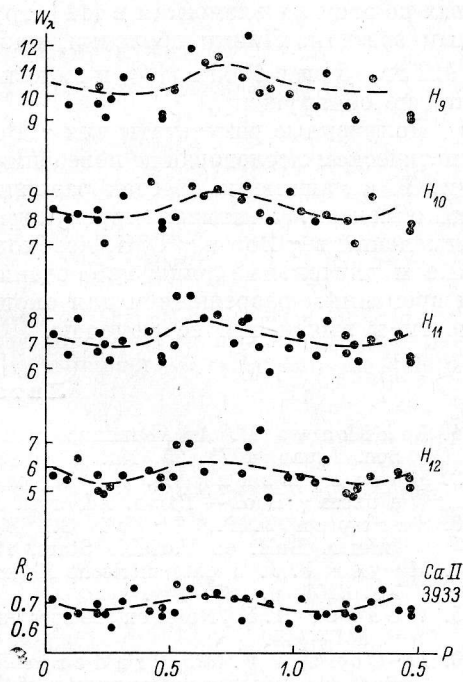


Рис. 2. Изменения эквивалентных ширин W_λ (Å) линий H_9 — H_{12} и центральной глубины R_c линии К CaII в спектре γ УМи.

быстрые изменения эквивалентной ширины W_λ (H_δ) (порядка 25% за время ~ 20 мин. ($\sigma=5\%$, рис. 1)). Центральные глубины R_c постоянны в течение периода и не показывают быстрых изменений. Недостаточное спектральное разрешение не позволило нам обнаружить эмиссионную особенность, иногда наблюдаемую в ядре линии К CaII [6]. Однако полуширина этой линии показывает (рис. 1) незначительную ($\sim 10\%$, $\sigma=2\div 3\%$) переменность, по характеру подобную полученной в [6]. Эти изменения $\Delta\lambda$ могут быть обусловлены истечением с поверхности звезды ионов кальция. Можно предположить также наличие кальциевого пятна, но характер изменения лучевых скоростей, определенных по кальцию [6], противоречит этому. Что касается линий других элементов, то их интенсивности также переменны, причем вблизи некоторых фаз (0^h0, 0^h6) они изменяются в 1.5—2 раза (например, у $\lambda 4063$ Å FeI). Принадлежность γ ВОО к пекулярным звездам сомнительна, так как интенсивность линии $\lambda 4077$ Å SrII по нашим результатам не изменяется, что нетипично для пекулярных звезд поздних типов. Скорее всего γ ВОО принадлежит к звездам, промежуточным между группой пекулярных звезд и объектами типа δ Sct, являясь, возможно, аналогом пекулярных звезд марганцевого типа, но среди более поздних спектральных классов.

2. γ UMi. В спектре γ UMi изменяются только эквивалентные ширины W_λ водородных линий H_9-H_{12} с одной волной в течение периода. О реальности этих изменений свидетельствует их синхронность. Максимальное значение W_λ приходится на фазу 0^h7, минимальное — 0^h3 (рис. 2). Эквивалентные ширины W_λ линий H_8-H_9 показывают разброс, обусловленный, очевидно, ошибками измерений, а для H_7 также блендированием (H CaII). Отметим, что в [8] обнаружены изменения эквивалентных ширин W_λ линий начинающаяся с H_{12} . Из рассмотренных параметров у линии K CaII незначительно изменяются лишь величины R_c синхронно с изменением эквивалентных ширин водородных линий. Сравнивая характер переменности интенсивностей водородных линий и K CaII, полученных нами, и лучевых скоростей, определенных по этим же элементам в [11], трудно уверенно отнести γ UMi к пекулярным звездам. Линии оболочки, наблюдавшиеся в спектре γ UMi в 1911—1912 гг. [5] и в 1963 г. [8], и эмиссионные линии [7] на наших спектрограммах не обнаружены.

Полученные результаты для γ Boo и γ UMi будут использованы при статистическом исследовании поведения линий водорода и ионизованного кальция K в магнитных звездах различных типов пекулярности и родственных им объектах. Учитывая иррегулярность фотометрических и спектральных изменений в γ Boo и γ UMi, необходимо в дальнейшем проводить комплексные и длительные ряды наблюдений этих звезд с высоким спектральным и временным разрешением для окончательного установления типа переменности и выяснения ее природы.

Литература

1. Ishikawa M. An Abundance analysis of the δ Sct variable δ Del. — Publ. astron. Soc. Japan, 1973, 25, No. 1, p. 111—127.
2. Магалашвили Н. Л., Кумсисшвили Я. И. О переменности блеска и цвета γ Boo. — Бюлл. Абастум. астрофиз. обс., 1965, № 32, с. 3—7.
3. Sargyan J. P., Zribi G., Bijaoni A. New observations of γ Boo. — Inform. Bull. on Variable Stars, 1971, No. 531, p. 1—4.
4. Meyer F. J. Lichtelektrische Messungen von γ UMi. — Astron. Nachr., 1936, 259, No. 6207, p. 239—241.
5. Weaver H. F. Notes on the spectrum of γ UMi. — Astrophys. J., 1952, 116, No. 3, p. 541—545.
6. Le Contel F. M., Praderie F., Bijaoni A. e. a. Short period variable stars. III. High resolution spectra of the K line in γ Boo and three other A type stars. — Astron. Astrophys., 1970, 8, No. 1, p. 159—167.
7. Mannino G. Lo spettro della stella γ UMi. — Contr. Obs. Astron. Univ. Padova in Asiago, 1952, No. 25, p. 3—18.
8. Леушин В. В. О некоторых особенностях атмосферы γ UMi — Изв. Крымск. астрофиз. обс., 1969, 39, с. 108—113.
9. Baglin A., Praderie F., Perrin M. — In: Nonperiodical phenomena in Variable Stars. Ed. L. Detre, Budapest, 1968, p. 303.
10. Асланов И. А., Хохлова В. Л., Шенайх В. Совещание по физике магнитных Ар-звезд. — Цирк. Шемахинск. астрофиз. обс., 1974, № 34, с. 3—12.
11. Sahade J., Frieboes H. The radial velocity of γ UMi — Publ. astron. Soc. Pacific, 1963, 75, No. 442, p. 39—44.

Ноябрь 1974 г.