

Магнитные поля ВНВ звезд. Индексы Копылова как индикаторы магнитного поля

Мокшин Д. Н.¹, Якунин И. А..², Холтыгин А. Ф.¹

¹СПбГУ

²САО РАН

27.06.2023

ВНВ звезды

Звезды голубой горизонтальной ветви (ВНВ звезды) – это звезды, которые находятся на стадии сжигания гелия в своем ядре и при этом имеют водородный слоевой источник.

ВНВ звезды

Звезды голубой горизонтальной ветви (ВНВ звезды) – это звезды, которые находятся на стадии сжигания гелия в своем ядре и при этом имеют водородный слоевой источник.

На диаграмме Герцшпрунга-Рассела данные звезды расположены в голубой части области переменных звезд типа RR Лиры.

Особенности ВНВ звезд

- Отклонение содержания элементов от ожидаемой металличности звезд шарового скопления.
Behr, B. et al. 1999
- Среднее содержание железа ВНВ звезд в 100 раз превышает среднее содержание железа скопления.
Behr, B. et al. 1999
- Вертикальная стратификация железа в фотосфере. [Khalack, V., et al. 2010]
- $T_{\text{eff}} \geq 11500 \text{ K}$ и низкие скорости вращения.
[Behr, B. 2003]

Возможные интерпретации ВНВ звезд

- HgMn химически-пекулярные (HgMn CP) звезды после главной последовательности.
 - **НО.** В работе Raunzen, E., et al. 2019 не удалось обнаружить статистически значимую вариацию спектра.

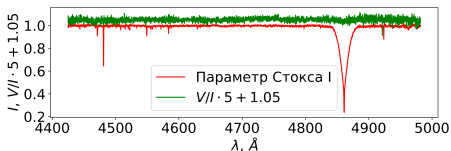
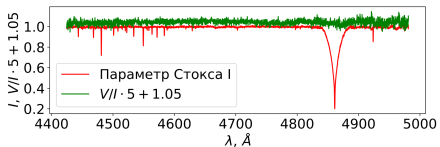
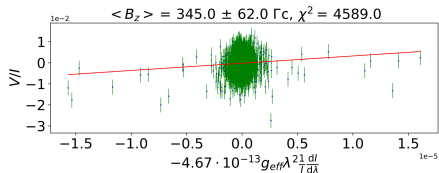
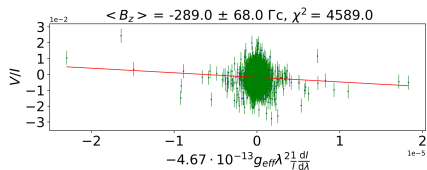
Возможные интерпретации ВНВ звезд

- HgMn химически-пекулярные (HgMn CP) звезды после главной последовательности.
 - **НО.** В работе Raunzen, E., et al. 2019 не удалось обнаружить статистически значимую вариацию спектра.
- Магнитные химически-пекулярные (mCP) звезды после главной последовательности
 - Возможное наличие магнитного поля звезды HD 167817. [Elkin, V., 1998]

Результаты

Название звезды	T_{eff} , K	$\lg g$, $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$	[M/H]	$\langle B_I \rangle$, Гс
HD 109995	8451	2.93	-1.66	10 ± 69 -3 ± 61
BD +42 2309	9674	3.24	-0.19	100 ± 104
BD +30 2431	14174	3.51	-0.98	-38 ± 77
HD 167105	9377	3.30	-0.81	56 ± 67
BD +25 2602	7514	2.10	-0.44	-289 ± 68
HD 128801	10315	3.15	-1.02	345 ± 62

Результаты



Индикаторы магнитного поля

- Вспышечная активность;
- Переменность блеска и спектральных линий;
- Аномальный химический состав;
- Поляризация континуума;
- Наличие нетеплового излучения звезды (синхротронное и циклотронное излучение).
- и др.

Фотометрические индексы

- Δa – Венская фотометрическая система;
Maitzen, H., 1976
- Z – Женевская фотометрическая система.
North, P., 1984

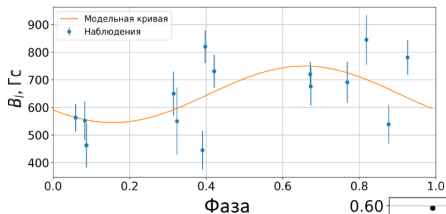
Индекс пекулярности Копылова

Был предложен в работе Копылов И. М., 1987.

$$P_K = \frac{\text{ЭШ линии CP звезды}}{\text{ЭШ линии "нормальной" звезды}}$$

"нормальная" звезда – не CP звезда того же спектрального класса.

Индексы Копылова

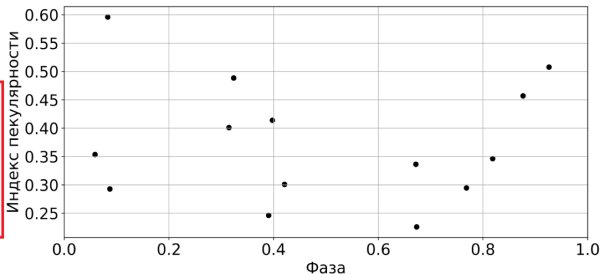


KIC 6065699

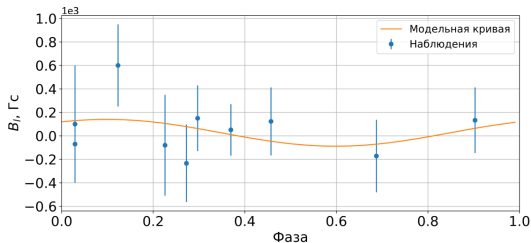
$$R_{\text{cor}} = 0.19 \quad \alpha = 0.29$$

Фундаментальные параметры

$$\begin{aligned} T_{\text{eff}} &= 14771 \text{ K} & \lg g &= 3.83 \\ [M/H] &= -0.01 & v \sin i &= 33.40 \\ R/R_{\odot} &= 3.20 & M/M_{\odot} &= 4.3 \\ \lg(L/L_{\odot}) &= 2.54 & \lg t_{\text{age}} &= 7.7 \end{aligned}$$



Индексы Копылова

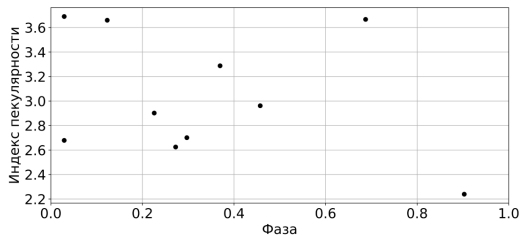


KIC 10324412

$$R_{\text{cor}} = 0.13 \quad \alpha = 0.36$$

Фундаментальные параметры

$$\begin{aligned} T_{\text{eff}} &= 10142 \text{ K} & \lg g &= 3.99 \\ [M/H] &= 0.56 & v \sin i &= 77.73 \end{aligned}$$



Выводы

- Измерены магнитные поля 6-ти ВНВ звезд и уточнены их фундаментальные параметры. У двух звезд из выборки измеренные магнитные поля более чем в три раза превышают ошибки их измерений.
- Обнаружена слабая корреляция магнитного поля и индексов пекулярности СР звезд. Сделан вывод, что индексы пекулярности не являются надежными индикаторами магнитного поля.

Спасибо за внимание!