

ЗВЕЗДА ЭЙНАРА ГЕРЦШПРУНГА – DH CAR. ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА И ВСПЫШЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ

Горбачев М.А.^{1,2}, Шляпников А.А.¹

¹*Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Научный, Крым, Россия*

²*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия*

EINAR HERTZSPRUNG STAR – DH CAR. HISTORICAL OVERVIEW AND FLARES ACTIVITY

Gorbachev M.A.^{1,2}, Shlyapnikov A.A.¹

¹*Crimean Astrophysical Observatory, Russian Academy of Sciences, Crimea, Russia*

²*Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia*

This paper presents a short historical summary of the discovery of DH Car, the first flaring M-class star, which became the prototype for the study of similar solar activity in stars. An overview of DH Car publications is provided, and known information and star identification from databases and catalogues is reported.

According to the observations made by the TESS observatory, the flash activity of DH Car is being investigated. Information on the energy of flares is presented and the most characteristic ones are demonstrated.

Observations in the X-ray and radio emission bands are considered separately.

<https://doi.org/10.31725/0552-5829-2024-89-92>

Введение

«В ночь на 29 января 1924 года я взял последовательно 5 пластинок по 30 минут каждая...» – с этих слов начиналась статья Эйнара Герцшпрунга, опубликованная в [1]. Продолжая, он пишет: «Большое изменение и быстрое уменьшение блеска, наблюдавшееся 29 января 1924 г., делает маловероятным, что это переменная звезда типа RR Лиры, наблюдавшаяся только один раз вблизи максимума» (рис. 1). Так была открыта переменная, получившая в дальнейшем обозначение DH Car, и ставшая прототипом для большого числа звёзд нижней части Главной последовательности, названных вспыхивающими звёздами.

Координаты объекта: $RA = 11^h14^m51^s.8$, $Dec = -61^\circ45'37''$, расстояние 82 pc. Рассчитанная по данным каталога Gaia DR3 [2] звёздная величина в полосе V = 16.086, а спектральный тип – M4V. По данным [2], $T_{\text{eff}} = 3320.2$ K, $\log(g) = 4.4176 \text{ cm/s}^2$, $Fe/H = -0.4707$.

Несмотря на свою значимость, о звезде DH Car известно крайне мало – всего 11 публикаций, большинство из которых не имеют к ней прямого отношения, а за последние 100 лет в доступных источниках приводится лишь несколько независимых оценок её блеска. Период вращения, равный 0.89 дня, впервые определен в работе Горбачева (направлена в печать). Опираясь на данные космического телескопа TESS [4], мы вновь обращаем

внимание на DH Car и проводим анализ ее вспышечной активности. Этот телескоп предоставляет уникальные возможности для наблюдения переменных звезд, благодаря длительным рядам данных с высоким временным разрешением. Подробная информация о проекте TESS изложена в работе [4].

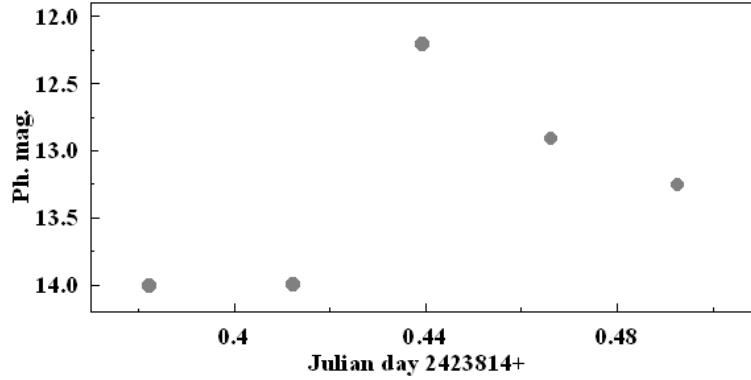


Рис. 1. Кривая блеска DH Car из статьи Э. Герцшпрунга 1924 года.

Вспышечная активность DH Car

В исследовании использованы данные TESS с 2-минутным временным разрешением, опубликованные на портале MAST [5]. Согласно информации этого портала, кривые блеска DH Car доступны для двух сетов наблюдений в период с 02.04.2021 по 28.04.2021, а также с 29.04.2021 по 26.05.2021. Таким образом, весь временной ряд для анализа составлял 55 дней практически непрерывных наблюдений. Загрузка данных выполнялась с использованием пакета lightkurve [6], предназначенного для анализа кривых блеска проектов Kepler/K2 и TESS.

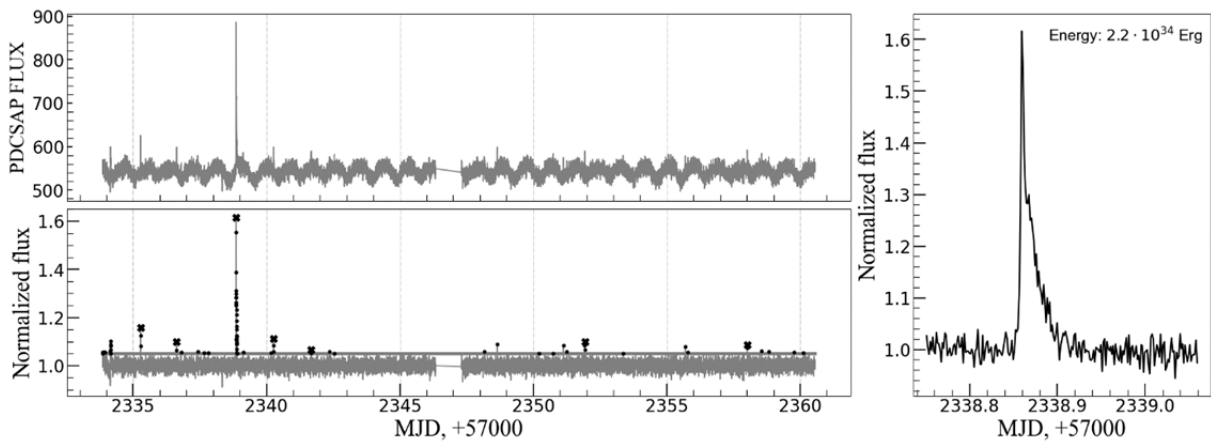


Рис. 2. Верхняя панель – исходная кривая блеска DH Car, полученная в период с 29.04.2021 по 26.05.2021. Нижняя панель – кривая блеска после учета тренда с выделенными вспышками. Горизонтальная линия отмечает уровень 3σ . На правой панели в качестве примера приведена кривая блеска наиболее мощной вспышки.

Всего было выделено 11 вспышек, превышающих уровень 3σ (σ – стандартное отклонение) над медианным значением потока. Расчет энергии вспышек, проводился согласно методике, описанной в работе [7]. На рис. 2 представлена кривая блеска, а также пример наиболее мощной вспышки с энергией $2.2 \cdot 10^{34}$ Эрг. В таблице приведены основные параметры всех обнаруженных вспышек.

Таблица. Данные о вспышках на DH Car, определённые по наблюдениям на космическом телескопе TESS.

№	Максимум вспышки	Длительность вспышки, мин	Энергия вспышки, Эрг	Амплитуда вспышки	Время возгорания, мин	Время затухания, мин
1	2308.1066	36	$2.37 \cdot 10^{33}$	13%	6	30
2	2314.0455	30	$2.18 \cdot 10^{33}$	10.4%	10	20
3	2322.6567	52	$7.38 \cdot 10^{33}$	43.28%	2	50
4	2324.8401	40	$4.38 \cdot 10^{33}$	18.37%	6	34
5	2335.2803	34	$2.35 \cdot 10^{33}$	16.1%	6	28
6	2336.6344	20	$8.61 \cdot 10^{32}$	10.13%	4	16
7	2338.8594	100	$2.2 \cdot 10^{34}$	62.41%	8	92
8	2340.2663	26	$1.46 \cdot 10^{33}$	10.85%	6	20
9	2341.6649	40	$2.21 \cdot 10^{33}$	5.81	4	36
10	2351.9301	26	$1.18 \cdot 10^{33}$	10.05%	6	20
11	2358.0146	18	$7.76 \cdot 10^{32}$	8.83	2	16

Наблюдения в радио и рентгеновском диапазоне

В ноябре 1985 года в обсерватории Молонгло (Австралия) были проведены наблюдения данного источника в радиодиапазоне на частоте 843 MHz. Однако, как указано в [8], детектирование с пороговой чувствительностью ниже 1 mJy не дало результатов. Так же об отсутствии радиоизлучения DH Car в ходе наблюдений, выполненных в мае 1987 г., сообщается в работе [9].

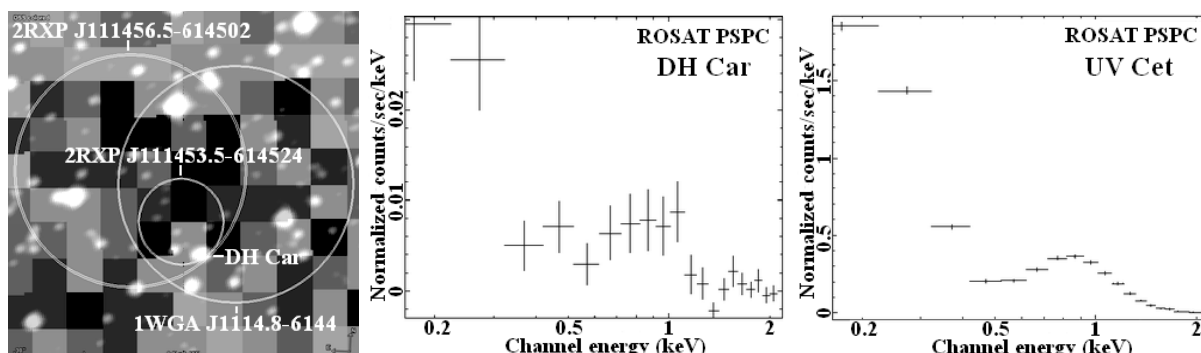


Рис. 3. Комбинированное рентгеновское и оптическое изображения области DH Car и рентгеновский спектр 1WGA J1114.8-6144 и UV Cet, соответственно.

Согласно каталогу точечных источников (WGACAT), созданному на основе всех наблюдений с помощью ROSAT PSPC [10], наиболее вероятно, DH Car соответствует рентгеновский источник 1WGA J1114.8-6144. Рис. 3 (левая панель) иллюстрирует комбинированное рентгеновское и оптическое изображения области DH Car. Учитывая наибольшее пересечение областей рентгеновских источников, а также данные [11], наиболее вероятно, что DH Car соответствует рентгеновский источник 1WGA J1114.8-6144. На рис. 3 (средняя и правая панель) также представлены спектры 1WGA J1114.8-6144 и прототипа вспыхивающих звезд UV Cet по данным ROSAT.

Заключение

На основе данных наблюдений космического телескопа TESS в период с 02.04.2021 по 26.05.2021 выделено 11 вспышек в диапазоне энергий от $7.8 \cdot 10^{32}$ до $2.2 \cdot 10^{34}$ Эрг, что подтверждает вспышечную активность DH Car. Анализ литературных источников и доступных баз данных показал, что данный источник не обнаруживается в радиодиапазоне. DH Car предположительно отождествлена с рентгеновским источником 1WGA J1114.8-6144 согласно каталогу WGACAT. Предполагаемый полученный рентгеновский спектр DH Car соответствует прототипу вспыхивающих звезд UV Cet.

Работа МГ частично выполнена за счёт субсидии Минобрнауки РФ № FZSM-2023-0015, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности.

Литература

1. *Hertzsprung E.* // Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands, 1924, V.2.
2. *Gaia Collaboration, et al.* // Astronomy & Astrophysics, 2021, V. 649.
3. *Wenger M., Ochsenbein F., Egret D. et al.* // A&AS, 2000, V. 143, P. 9-22.
4. *Ricker G.R., et al.* // Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems, 2015, V. 1.
5. *Barbara A.* Mikulski Archive for Space Telescopes <https://archive.stsci.edu>
6. *Lightkurve Collaboration., et al.* // Astrophysics Source Code Library, 2018, record ascl:1812.013
7. *Günther M.N., et al.* // The Astronomical Journal, 2020, V. 159, P. 60.
8. *Vaughan A.E., Large M.I.* // Astronomical Society of Australia, 1986, V. 6. P. 319.
9. *Vaughan A.E., Large M.I.* // Astronomical Society of Australia, 1987, V. 7. P. 42.
10. *White N.E., Giommi P., Angelini L.* // VizieR On-line Data Catalog: IX/31. Originally published in: Laboratory for High Energy Astrophysics, 2000.