ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ КРАСНОГО КАРЛИКА EXO 040830-7134.7 ПО ДАННЫМ ОБСЕРВАТОРИИ TESS

Горбачев М.А., Шляпников А.А.

Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Научный, Крым, Россия

INVESTIGATION OF THE ACTIVITY THE RED DWARF EXO 040830-7134.7 ACCORDING TO OBSERVATIONS OF THE TESS OBSERVATORY

Gorbachev M.A., Shlyapnikov A.A.

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

The results of the analysis of the flares activity of EXO 040830 7134.7 according to the data of the TESS project are presented. The most typical flares have been demonstrated. It was determined that out of 88 selected flares, 17 are superflares with an energy of more than 10^{34} erg. The dependence of the flare activity on the phase of the axial rotation of the star has been studied. Our results confirm the early estimates of the period.

DOI: 10.31725/0552-5829-2021-97-100

Реализация таких проектов, как Kepler [1] и TESS [2], открывает перед нами новые возможности, позволяя практически непрерывно вести наблюдения за звездами на протяжении длительного периода времени. Наш интерес привлек красный карлик EXO 040830-7134.7, который при визуальном просмотре кривых блеска показал высокую вспыхивающую активность. Расположение вблизи южного полюса эклиптики позволяет наблюдать его практически непрерывно на протяжении первого и третьего года работы спутника.

Особенности наблюдений TESS и удачное расположение EXO 040830-7134.7 дают нам возможность для анализа большого количества временных рядов. На портале MAST доступны для скачивания 23 сета наблюдений, представляющие практически непрерывные данные за 2018–2019 и 2020–2021 года.

Используя метод периодограммного анализа Ломба-Скаргла [3, 4], мы оценили период осевого вращения для каждого сета. Получив схожие результаты для всех сетов, мы можем сказать, что средний период вращения EXO 040830 7134.7 составляет 5.18 дня. В качестве примера приведена одна из кривых блеска объекта (рис. 1а) и результат свертки с найденным периодом (рис. 1б).

Поскольку в данном исследовании нас интересуют супервспышки, то при отборе наиболее высокоамплитудных событий для дальнейшего анализа мы используем критерий 5σ .

Всего было отобрано 88 вспышек и для 61 из них получены оценки энергии. Расчет энергии вспышек проводился согласно методике, описанной в работе [5]. На рисунке 2 представлены вспышки, которые наиболее характерны для красных карликов.

Рис. 1а.

Рис. 1б.

Рис. 2.

Малоамплитудные вспышки распределены равномерно и не зависят от фазы (рис. 3а). В то время, как более энергетические события в основном приходятся на участки возрастания и спада блеска объекта. Гистограмма на рис. 3б отображает распределение вспышек в зависимости от энергии. Энергия большинства вспышек не превышает 10^{34} Эрг.

Время возгорания не показывает какой-либо зависимости от энергии, однако, по-видимому, существует верхняя граница, не превышающая ~25 минут (рис. 4а). Наши данные хорошо согласуются с работой [6], где для 420 вспышек на 312 красных карликах верхний предел составляет 20 мин (рис. 4а, пунктирная линия). График 4б показывает явную корреляцию времени затухания с энергией вспышек. Полученные результаты не

противоречат работе [6] (рис. 4б, пунктирная линия), где время затухания не превышает ~260 минут.

Рис. 3а.

Рис. 3б.

Рис. 4а.

Рис. 4б.

Рисунок 5 отображает взаимосвязь длительности вспышки с энергией, которая была получена в работе [7] (маркеры серого цвета). Маркерами черного цвета отмечены наши данные. Расхождение в результатах объясняется тем, что исследуемый нами объект является красным карликом с $T_{\text{eff}} \approx 3000\text{K}$, а в работе [7] рассматривались звёзды солнечного типа с $5100\text{K} \leq T_{\text{eff}} < 6000\text{K}$.

Рис. 5.

Анализ кривых блеска EXO 040830-7134.7 по данным TESS за период с июня 2018 по апрель 2021 года выявил 88 вспышек, из которых 17 являются супервспышками с энергиями более 10^{34} эрг. Максимальная энергия обнаруженной вспышки составила 9×10^{34} эрг при длительности 4.5 ч. Средний период осевого вращения составляет 5.18 ± 0.06 дня, что подтверждает полученные ранее результаты 5.2 ± 0.20 дня в работе [8].

В заключение авторы считают приятным долгом поблагодарить Российский фонд фундаментальных исследований за поддержку проводимой работы за счёт гранта 19-02-00191.

Литература

1. *Borucki W.J.* // *Science*, 2010, V. 327, P. 977.
2. *Ricker G.R., et al.* // *Journal of Astronomical Telescopes, Instruments, and Systems*, –2015, V. 1.
3. *Lomb N.R.* // *Astrophysics and Space Science*, 1976, V. 39, P. 447.
4. *Scargle J.D.* // *Astrophysical Journal*, 1982, V. 263, P.835.
5. *Günther M.N., et al.* // *The Astronomical Journal*, 2020, V. 159, P. 60.
6. *Chang S.W., et al.* // *The Astrophysical Journal*, 2015, V. 814, P. 35.
7. *Tu Z-L., et al.* // *The Astrophysical Journal*, 2020, V. 890, P. 46.
8. *Cutispoto G., et al.* // *Astronomy and Astrophysics Supplement*, 1996, V. 115, P.41.