

ПОИСК ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ БЛЕСКА И ВСПЫШЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ У КРАСНЫХ КАРЛИКОВ СРЕДИ ОБЪЕКТОВ ГЛУБОКОГО ОБЗОРА ЭКВАТОРИАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ПО ДАННЫМ EROSITA

Горбачев М.А., Шляпников А.А.

Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Научный, Крым, Россия

SEARCH FOR PERIODIC VARIATIONS IN THE BRIGHTNESS AND FLARE ACTIVITY OF RED DWARFS AMONG THE OBJECTS OF THE EQUATORIAL REGION DEEP SURVEY USING EROSITA DATA

Gorbachev M.A., Shlyapnikov A.A.

Crimean Astrophysical Observatory RAS, Nauchny, Crimea, Russia

In May 2022, a catalog of X-ray sources was inserted into Vizier based on the results of a deep survey of the equatorial sky region, performed by the eROSITA telescope aboard the SRG observatory. Here we present a search for periodic variations in brightness and flare activity in candidates for identification with red dwarfs. Optical observations were processed by standard software and visually controlled. The results of the search for periods and flares in 110 stars are discussed in this article.

DOI: 10.31725/0552-5829-2022-65-68

Введение

Ранее вторым автором был опубликован список звёзд нижней части Главной последовательности, имеющих возможное отождествление среди объектов «первого света» [1] и глубокого обзора экваториальной области неба [2], выполненного телескопом eROSITA на обсерватории SRG. Из 27910 рентгеновских объектов второй работы 110 являются кандидатами на идентификацию с красными карликами. Как рентгеновские источники ранее были классифицированы 12 звёзд. В области идентификации двух звёзд попадают галактики. Несколько отождествлений содержат близко расположенные объекты.

Рентгеновский телескоп eROSITA (extended ROentgen Survey with an Imaging Telescope Array – телескоп для широкоугольного обзора в рентгеновском диапазоне) [3] на борту обсерватории Спектр-Рентген-Гамма (Spectrum-Roentgen-Gamma – SRG) [4] обладает значительным полем (~1 градус в диаметре) для регистрации неба в диапазоне энергий от 0,2 до 8,0 кэВ. Телескоп также может выполнять наблюдения больших участков неба. Максимальный поддерживаемый размер прямоугольников с равномерным сканированием области составляет 12,5×12,5 градуса.

Исследование экваториальной области неба (eFEDS – eROSITA Final Equatorial Depth Survey) стало самым длительным по времени наблюдени-

ем в период проверки возможностей приборов телескопа eROSITA. В целом было затрачено около 100 часов. Поле eFEDS имеет площадь примерно 140 град^2 и состоит из четырёх отдельных прямоугольных областей сканирования по 35 град^2 . Выбор площадки был обусловлен наличием значительного числа многоволновых наблюдений данной области неба [5].

В данной работе мы рассматриваем поиск периодических изменений блеска по данным обсерватории TESS [6] и возможную вспышечную активности по второму выпуску данных The Catalina Surveys – CSDR2 [7]. Ранее авторами статьи производился поиск вспышек по наблюдениям, выполняемым в данном проекте [8] для звёзд каталога GTSh10 [9].

Периодические изменения блеска по данным обсерватории TESS

Для поиска периодических изменений блеска использовался метод периодограммного анализа Ломба-Скаргла [10, 11]. Пример результатов обработки информации показан на рис. 1. Здесь: на левой панели –

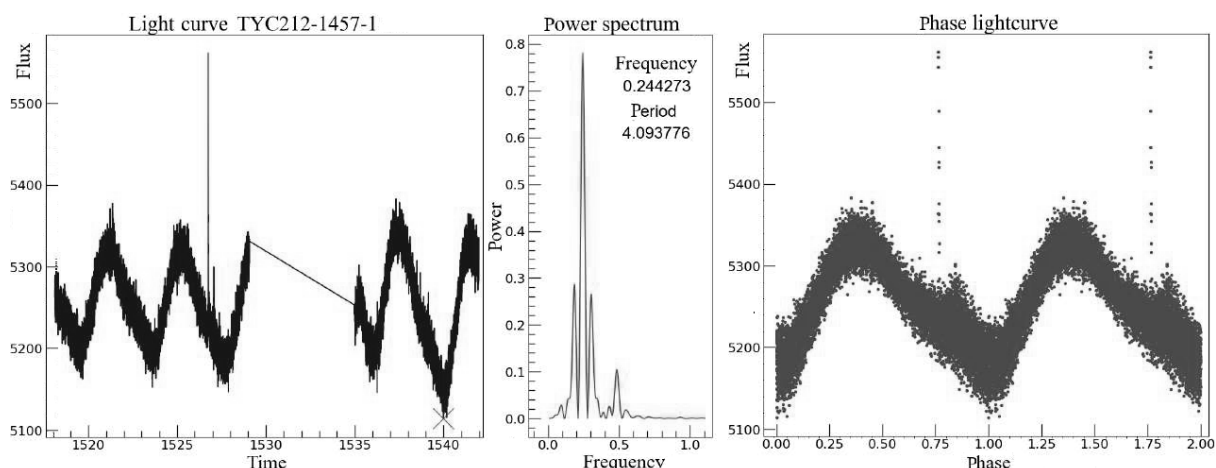


Рис. 1. Результаты анализа данных TESS по наблюдениям звезды TYC 212-1457-1.

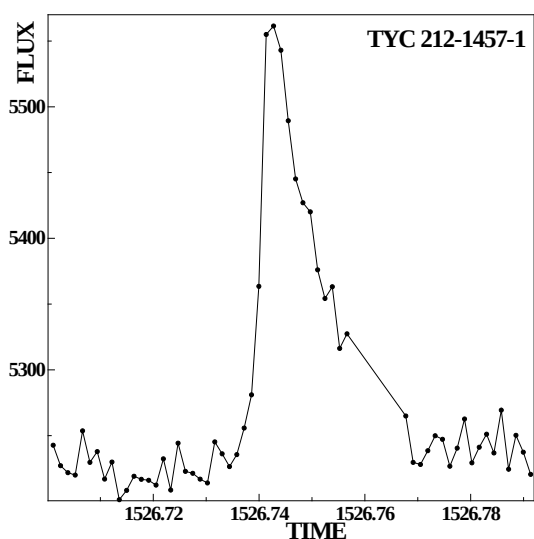


Рис. 2. Вспышка, обнаруженная при поиске периода.

отфильтрованные оригинальные данные наблюдений TESS (зависимость потока от времени); средняя панель – результат анализа временного ряда (частота – энергия); правая панель – фазовая кривая блеска (фаза – поток). Из 110 кандидатов на идентификацию с красными карликами информация по 58 звёздам присутствует в базе данных TESS.

Детальный анализ кривой блеска звезды TYC 212-1457-1 показывает резкое увеличение потока в районе отметки времени 1526.7358. При рас-

смотрении с большим временным разрешением данное импульсное событие проявляется как вспышка (рис. 2) продолжительностью более 0.8 часа и энергией 4.57×10^{34} эрг.

Особенности поиска вспышек по данным The Catalina Surveys

В статье [8] авторами сообщалось об исследовании 8 звёзд из каталога GTSh10 [9] для которых было обнаружено 97 вспышек на интервале наблюдений более 9 лет. Из 110 объектов eFEDS, которые являются кандидатами на идентификацию с красными карликами, для 104 есть наблюдения, выполненные в проекте The Catalina Surveys.

Основной проблемой поиска вспышек по данным CSDR2 является присутствие у разных звёзд коррелирующих по времени событий (отмечены стрелками и вертикальными линиями на рис. 3). Очевидно, что данные «вспышки» не связаны с проявлением магнитной активности у исследуемых звёзд и связаны с инструментальными, либо климатическими особенностями, в условиях которых были выполнены наблюдения.

Всего при анализе данных CSDR2 было изучено 27407 наблюдений 104 звёзд. Минимальный ряд состоял из 1 наблюдения (для последующего сравнения с данными других каталогов), максимальный из 444 оценок блеска (в среднем – 264). Минимальная разница в блеске звёзд в максимуме и минимуме равна $0^m.09$, а максимальная $5^m.7$. Средняя ошибка в определении блеска $0^m.4$. Ряды наблюдений в среднем составляли более 8.5 лет. При амплитуде сигнала превышающим среднее значение блеска на 3σ , было зафиксировано 233 событий для 57 звёзд, с максимальным значением 9 «вспышек» для 5 объектов. А при пороге 5σ – 78 событий для 34 звёзд, с максимальным значением 4 «вспышки» для 10 объектов.

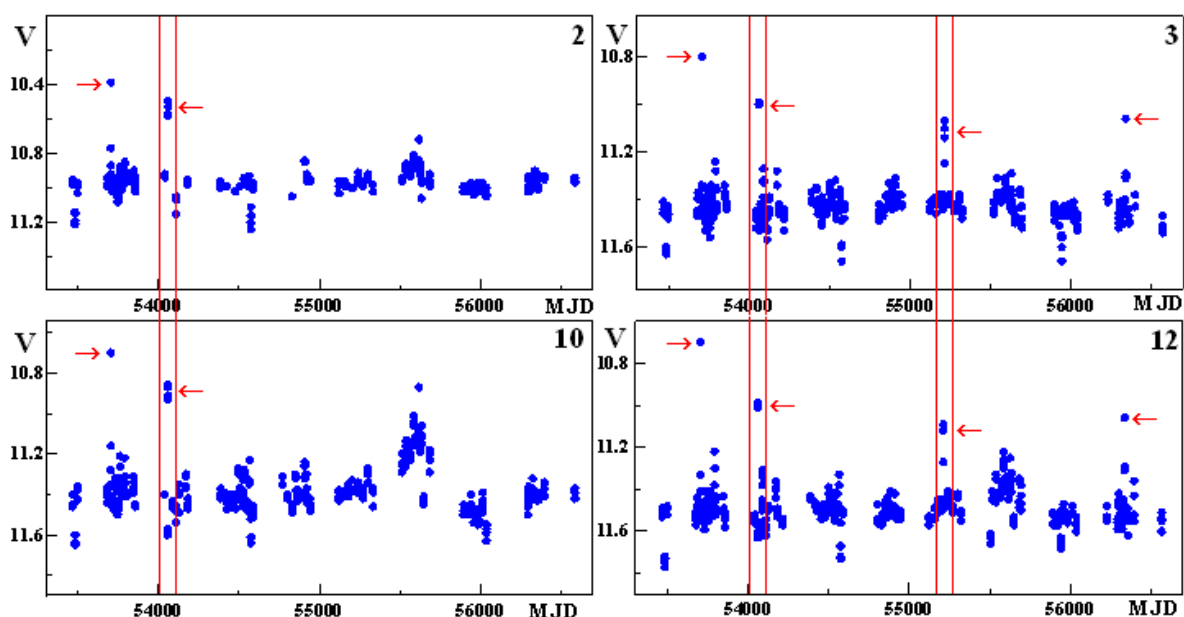


Рис. 3. Совпадающие по времени импульсные события, не соответствующие изменению физических условий на исследуемых звёздах.

С целью исключения из временных рядов ложных импульсных событий, все данные были проанализированы на совпадающие по времени увеличения блеска и в дальнейшем эти «вспышки» не рассматривались.

Изучение переменных рентгеновских источников

В мае 2022 г. был опубликован каталог переменных рентгеновских источников в области eFEDS [12]. Перекрестная идентификация объектов из указанного выше каталога с кандидатами в красные карлики дала 90 совпадений. Из каталога [12] анализировались данные по числу наблюдений в диапазонах: 0.2–5.0, 0.2–2.3 и 2.3–5.0 keV, наличию или отсутствию переменности нормализованной избыточной дисперсии и максимальной амплитуды в диапазоне соответствующих энергий. В результате только два объекта продемонстрировали избыточную дисперсию и максимальную амплитуду регистрируемого излучения, и один объект показал избыточную дисперсию.

При анализе временного ряда одного из источников переменного рентгеновского излучения, было обнаружено по данным MAST [13], что звезда обладает экзопланетой, о которой ранее не было сообщений (рис. 4).

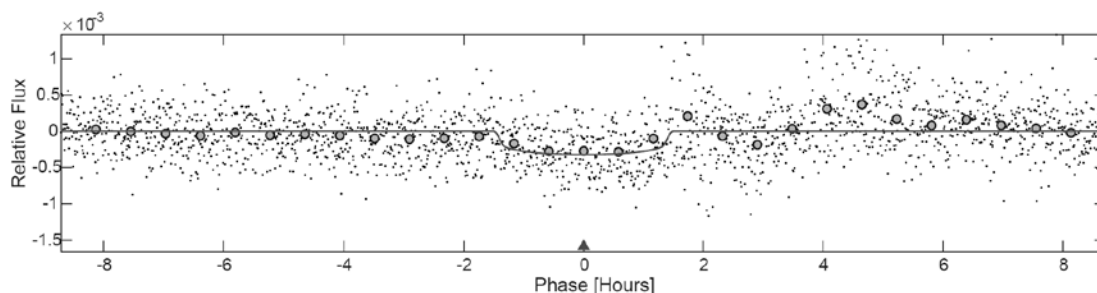


Рис. 4. Транзит экзопланеты по наблюдениям TESS у HD 79555 [13].

Заключение

В результате проделанной работы по данным TESS и CSDR2 были изучены 110 звёзд нижней части Главной последовательности. У 58 звёзд определены периоды обращения, а для 104 звёзд произведён поиск вспышечной активности.

Литература

1. Шляпников А.А. // 2021ssep.conf..321S.
2. Шляпников А.А. // 2021arXiv210912110S.
3. Predehl P. et al. // Astron. Astrophys., 2021, V. 647, A1.
4. Sunyaev R. et al. // Astron. Astrophys., 2021, V. 656, A132.
5. Brunner H. et al. // Astron. Astrophys., 2022, V. 661, A1.
6. Ricker G.R. et al. // J. Astron. Telesc. Instrum. Syst., 2015, V.1.
7. Drake A.J. et al. // Astrophys. J., 2009, V. 696, P. 870.
8. Gorbachev M.A., Shlyapnikov A.A. // A&AT, 2019, V. 31, I. 3, p. 333-342.
9. Gershberg R.E. et al. // BCrAO, 2011, V. 107, I. 1, p.11-19.
10. Lomb N.R. // Astrophys. Space Sci., 1976, V. 39, P. 447.
11. Scargle J.D. // Astrophys. J., 1982, V. 263, P.835.
12. Boller T. et al. // Astron. Astrophys., 2022, V. 661, A8.
13. MAST Portal // код доступа <https://mast.stsci.edu>