АНАЛИЗ МАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ ЗВЁЗД НИЖНЕЙ ЧАСТИ ГЛАВНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ С ОБНАРУЖЕННЫМИ ЭКЗОПЛАНЕТАМИ

Горбачев М.А.^{1,2}, Игнатов В.К.², Шляпников А.А.²

¹*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия*

²*Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Научный, Крым, Россия*

ANALYSIS OF THE MAGNETIC ACTIVITY OF STARS IN THE LOWER PART OF THE MAIN SEQUENCE WITH DETECTED EXOPLANETS

Gorbachev M.A.^{1,2}, Ignatov V.K.², Shlyapnikov A.A.²

¹*Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia;*

²*Crimean Astrophysical Observatory, Russian Academy of Sciences, Crimea, Russia.*

4044 confirmed exoplanets at the end of August 2019 revolve around 3612 stars. Among these stars, 1435 have a luminosity not exceeding 1.1 of the luminosity of the Sun according to GAIA. The effective temperatures for them range from 3422 to 6354 K, and the radii are from 0.5 to 2 radii of the Sun. We present statistical patterns for stars with exoplanets, focusing on a sample with the above parameters.

On the example of stars with exoplanets observed at the Crimean Astrophysical Observatory, the short-term and long-term variability associated with transit phenomena, flares, and possible cyclic brightness changes due to magnetic activity are analyzed. The data obtained during the implementation of both ground and space projects were used.

This work was supported in part by RFBR grants No. 18-32-00775 and No. 19-02-00191.

DOI: 10.31725/0552-5829-2019-115-118

Изучение звёзд с потенциальными экзопланетами проводятся в КрАО с середины 2000-х годов [1]. В 2009 и 2012 годах сотрудники КрАО участвовали в работах, в рамках которых были обнаружены неизвестные ранее экзопланеты. В 2010 году был заключен договор с Институтом астрономии Национального университета Цинь Хуа (Тайвань) о совместных исследованиях. По этому договору выполняются наблюдения звёзд с экзопланетами. В 2016 году в рамках работы по изучению молодых звезд типа Т Тельца была обнаружена неизвестная ранее экзопланета [2]. Об обнаружении горячего Юпитера, обращающегося вокруг звезды ТАР 26, было сообщено в 2017 году [3]. В том же году была опубликована статья об исследовании V830 Тау, в которой было подтверждено существование экзопланеты у этой звезды [4].

В КрАО ведутся исследования различной активности звёзд нижней части главной последовательности с 50-х годов прошлого века. В результате проведенной работы, в 1971 г. на съезде Международного Астроно-

мического Союза был представлен первый каталог вспыхивающих звёзд [5]. Он лёг в основу будущих каталогов, разрабатываемых в КрАО, последним из которых является GTSh10, содержащий 5535 объектов [6]. Каталог GTSh10 включает звёзды карлики с различными проявлениями активности солнечного типа. В настоящее время ведётся создание нового каталога, который содержит информацию об обнаруженных экзопланетах у каталогизируемых звёзд.

При анализе распределения 3612 звёзд с экзопланетами от спектрального класса, температуры и светимости по состоянию на середину 2019 года было обнаружено по данным наблюдений спутника GAIA [7] 1435 из них являются объектами нижней части главной последовательности (рис. 1). В настоящее время, основные усилия по поиску экзопланет сконцентрированы на звёздах спектрального класса М. Однако, из приведённого распределения следует, что большинство обнаруженных экзопланет принадлежит звёздам спектрального класса G.

Рис. 1. Распределение звёзд с экзопланетами по спектральным классам.

На сегодняшний день не так много информации по кривым блеска для звёзд с экзопланетами, которые могли бы отображать проявления их магнитной активности. Связано это с тем, что лишь часть из открытых экзопланет обнаружена при фотометрических наблюдениях. Нашей задачей является анализ кривых блеска звёзд с экзопланетами с тем, чтобы обнаружить проявления магнитной активности связанные с циклической и вспышечной активностью, а также выявить с какой частотой и с какими энергиями происходят вспышки, насколько энергии этих вспышек являются критичными для существования возможной жизни.

С целью отработки технологии поиска проявлений магнитной активности, на начальном этапе, используется каталог GTSh10. Из него сделана выборка объектов, для которых известны различные проявления видов магнитной активности.

Рис. 2. Распределение объектов из каталога GTSh10 по амплитудам переменности.

Рис. 3. Распределение по годам изменений блеска объектов из каталога GTSh10.

На рис. 2 представлена гистограмма распределения числа объектов из каталога GTSh10 от амплитуды переменности, выраженных в звездных величинах. Как видно на изображении, максимум лежит в интервале изменений блеска до 1^m . Такие изменения блеска характерны для транзитных явлений, низкоамплитудных вспышек и связаны с появлением пятен. События, с амплитудами более 1^m соответствуют вспышкам. Гистограмма на рис. 3 отображает распределение по годам квазипериодических изменений блеска некоторых звезд из каталога GTSh10. Более подробно изучение циклической активности красных карликов описано нами в [8].

Благодаря выполнению мониторинга неба наземными и космическими средствами, стало возможным проводить различные фотометрические исследования звезд с использованием как архивных данных, хранящихся в стеклянных библиотеках обсерваторий, так и полученных с помощью современных цифровых обзоров.

На рис. 4 представлены вспышки по данным проекта TESS, для которых рассчитаны энергии, у звезды с заподозренным наличием экзопланеты Wolf-359 и объекта с подтвержденной планетой Proxima Cen.

Для анализа возможной магнитной активности у звезд с экзопланетами, в основном у красных карликов, в КрАО ведется программа наблюдения транзитных явлений. При этом, наряду с изучением изменений параметров транзитов выполняется поиск вспышек.

Рис. 4. Примеры обнаруженных вспышечных событий по данным проекта TESS у объектов Wolf 359 и Proxima Cen.

В заключение, авторы считают приятным долгом поблагодарить Российский фонд фундаментальных исследований за поддержку проводимой работы за счёт грантов № 18-32-00775 и № 19-02-00191.

Литература

1. Москвин В.В., Шляпников А.А., Jiang Ing-Guey, Горбачев М.А. // Изв. Крымской Астрофиз. Обс., 2018, т. 114, № 1, с. 85.
2. Almeida P.V., Gameiro J.F., Petrov P.P., et al. // Astron. Astrophys., 2017, v. 600, p. A84.
3. Yu L., Grankin K.N. et al. // MNRAS, 2017, v. 467, p. 1342.
4. Donati J., K.N. Grankin et. al. // MNRAS, 2017, v. 465, p. 3343.
5. Shakhovskaya N.I. // Veroeff. Bamberg, 1971, v.IX, p.138.
6. Гершберг Р.Е., Теребиж А.В., Шляпников А.А. // Известия Крымской астрофиз. Обс., 2011, т.107, №.1, с.18.
7. Gaia collaboration // Astron. Astrophys., 2018, v.616A, p.1.
8. Bondar' N.I., Gorbunov M.A., Shlyapnikov A.A. // Physics of Magnetic Stars. ASP Conference Series, 2019, v. 518, p. 180.