

ЗВЁЗДЫ С ЭКЗОПЛАНЕТАМИ В НОВОМ КАТАЛОГЕ «ЗВЁЗД С АКТИВНОСТЬЮ СОЛНЕЧНОГО ТИПА»

Шляпников А.А.

Крымская астрофизическая обсерватория РАН, Научный, Крым, Россия

STARS WITH EXOPLANETS IN A NEW CATALOGUE "STARS WITH SOLAR TYPE ACTIVITY"

Shlyapnikov A.A.

Crimean Astrophysical Observatory RAS, Nauchny, Crimea, Russia

The purpose of this work was to supplement the catalog "Stars with solar-type activity" with information about confirmed and candidates exoplanets. To do this, cross-identification of the stars of the catalog with data from the NASA exoplanet archive was performed. The distribution of stars in the sky, their number with confirmed and suspected exoplanets from their brightness, spectral type, amplitude of variability, as well as other statistical analysis data, is presented in the article.

DOI: 10.31725/0552-5829-2022-319-322

Введение

В новый каталог «Звёзд с активностью солнечного типа» (Catalogue of Stars with Solar Type Activity, далее – CSSTA) входит 314618 объектов. Он является компилятивным и содержит информацию об астрометрических и физических параметрах звёзд. Каталог доступен по ссылке [1]. В статье представлена информация о распределении числа звёзд с подтверждёнными и заподозренными экзопланетами от их блеска, спектрального типа, амплитуды переменности, а также другие данные статистического анализа. Наличие рентгеновского и радиоизлучения, если таковые имеются, должно способствовать пониманию возможности существования «жизни» в обитаемой зоне. Вспышечная активность, при её наличии, также накладывает определённые ограничения на развитие жизни. С другой стороны, периоды обращения экзопланет вокруг звёзд, и связанные с ними изменения блеска, пусть и незначительные, накладываются на общую кривую блеска звезды и должны быть учтены при анализе её собственного вращения и периода возможной циклической активности. Все рассмотренные выше примеры проиллюстрированы в статье.

К середине октября 2022 года (18.10.2022 г.) по данным архива экзопланет НАСА [2] было подтверждено существование 5190 планет у 3900 звёзд, обнаруженных различными 11-ю методами, и 266 найденных обсерваторией TESS. Открытие 5931, возможно существующих экзопланет по наблюдениям TESS, нуждаются в подтверждении. Среди методов обнаружения лидирует наблюдение прохождения (транзита) планеты на фоне звезды – 3913 открытий. По изменению лучевых скоростей линий в спек-

трах звёзд было обнаружено 1017 планет. Методом микролинзирования – 137. Другими методами от 1 до 61 планеты.

Изучение звёзд с экзопланетами в Крымской обсерватории

С момента первого открытия и на начало октября 2022 года вышло более 30 статей, посвящённых изучению планет в других звёздных системах, авторами и соавторами которых стали сотрудники Крымской астрофизической обсерватории (далее – КрАО), в том числе 11 с участием автора данной публикации.

В 2010 г. вышла статья [3], посвящённая обнаружению экзопланеты у звезды γ^1 Льва. Это было первое открытие с участием КрАО, одним из соавторов которого стал наш сотрудник Давид Мкртчян (сейчас он работает в Национальном институте астрономических исследований Таиланда). Наблюдению звёзд с экзопланетами, которые ведутся по договору о совместных исследованиях с Институтом астрономии Национального университета Цинь Хуа (Тайвань) посвящена статья [4], а анализу магнитной активности звёзд нижней части Главной последовательности с обнаруженными экзопланетами – [5]. Последняя публикация позволила выполнить статистический анализ для объектов, содержащихся в каталоге GTSh10 [6], а данная работа увеличила список исследуемых звёзд, которые вошли в CSSTA [1].

Более подробную информацию об исследовании экзопланет в КрАО можно найти на созданном нами сайте [7].

Звёзды с подтверждёнными и заподозренными планетами в CSSTA

После перекрёстной идентификации по координатам между каталогом подтверждённых планет (Catalogue Confirmed Planets – далее CCP) и базой данных кандидатов (Candidates Data Base – далее CDB) было обнаружено, что в CSSTA попадает 893 звезды из CCP и 698 из CDB. Их распределение на небе показано на рис. 1.

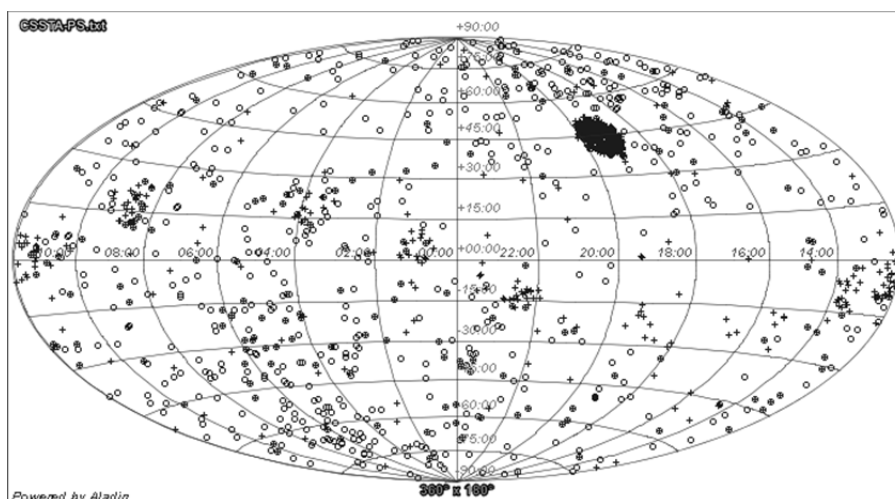


Рис. 1. Распределение на небе звёзд CCP и CDB, совпадающих с объектами CSSTA.

Маркерами окружностями показаны объекты CDB, крестиками – ССР. Обращает на себя внимание скопление звёзд в правом верхнем секторе карты. Это звёзды с экзопланетами, которые были обнаружены по наблюдениям обсерваторией Kepler [8]. Скопления звёзд расположенных по заметной дуге слева на право в центральной части карты – результат открытий в миссии K2 [8].

Статистические данные для звёзд с подтверждёнными экзопланетами

Среди звёзд, у которых подтверждено существование планет, 799 – исследовались методом транзита, 87 – измерением лучевых скоростей, 4 – получением прямых изображений планет, 2 – изучением изменения времени транзита и 1 – анализом орбитальной модуляции яркости.

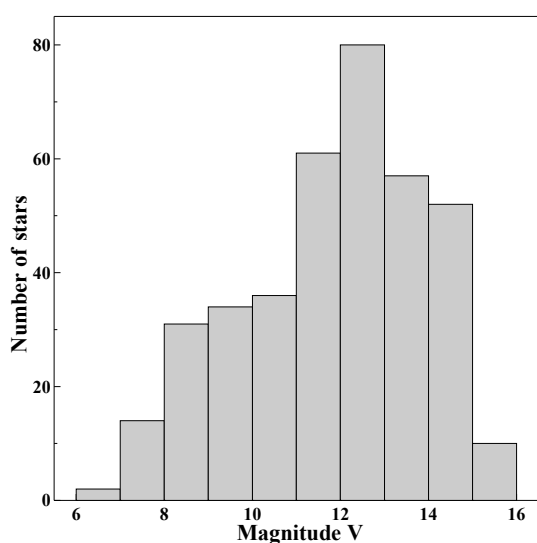


Рис. 2. Распределение звёзд с планетами, включаемых в CSSTA, по блеску.

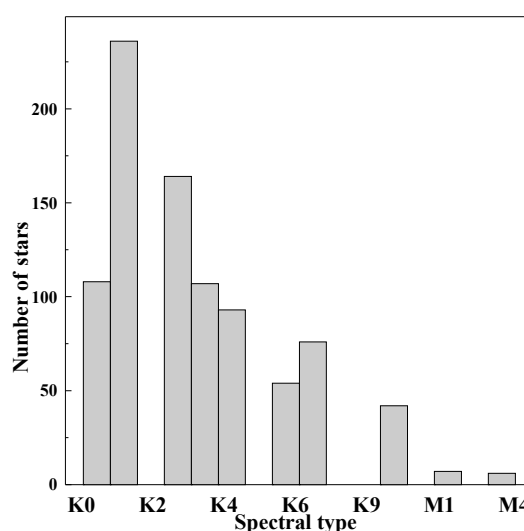


Рис. 3. Распределение звёзд с планетами по спектральным типам.

Рис. 2 и 3 иллюстрируют распределение звёзд с подтверждёнными планетами по звёздной величине и спектральным типам. Как видно по рис. 2 максимум распределения приходится на диапазон от 12 до 13 звёздной величины. Это обусловлено использованием короткофокусных объективов при панорамных обзорах неба с целью поиска транзитов экзопланет, а также длиннофокусных инструментов при поиске по изменению лучевых скоростей. В первом случае ограничения накладываются на проникающую способность астрографов, а во втором на пороговые ограничения отношения сигнал к шуму при спектроскопии.

Максимум в распределении спектральных типов звёзд нижней части Главной последовательности приходится на K1. Заметим, что данная выборка объектов, идентифицированных по CSSTA, не противоречит спектральной классификации всех звёзд с экзопланетами, описанной в [5], где первый максимум распределения также находится в области спектральных типов K.

Представляет особый интерес анализ периодических изменений блеска обнаруженных у исследуемых звёзд. На рисунках 4 и 5 представлены

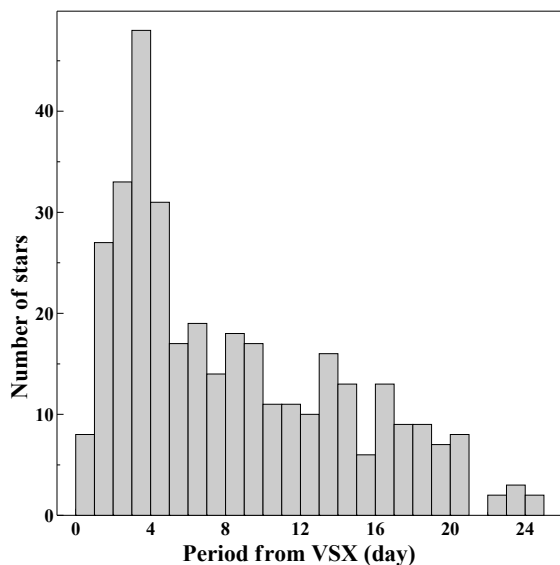


Рис. 4. Распределение периодов у звёзд с планетами по данным VSX

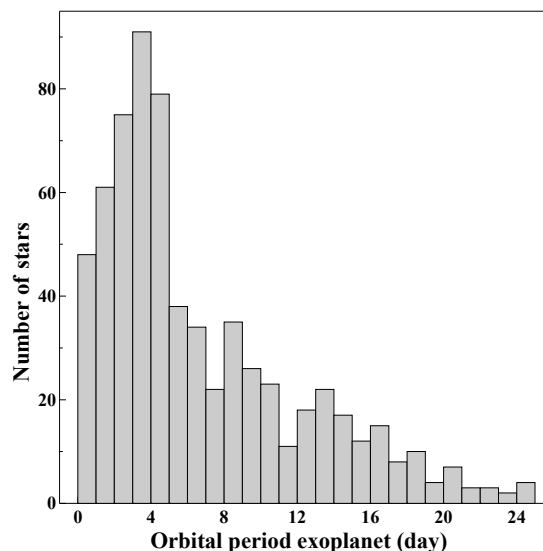


Рис. 5. Орбитальные периоды обращения экзопланет вокруг звёзд.

гистограмма распределения периодов переменности рассматриваемых звёзд с экзопланетами по данным VSX [9] и гистограмма распределения орбитальных периодов обращения планет вокруг звёзд. Максимум в обоих распределениях приходится на 3 дня. При этом следует отметить, что 25 объектов имеет тип переменности по базе данных SIMBAD [10] BY Dra, а 467 – RotV*, т.е. и в первом и втором случае их переменность обусловлена вращательной модуляцией запятнённой поверхности, а не наличием экзопланет. Учитывая, что амплитуда изменения блеска у этих звёзд лежит в пределах от $0^m.001$ до $0^m.1$, то очевидно большая часть из исследуемых объектов неверно классифицирована по типу переменности.

Заключение

В результате исследований для включения в CSSTA были отобраны 893 звёзд из ССР. Информация о 698 объектах CDB обрабатывается.

Литература

1. CSSTA – <http://craocrimea.ru/~aas/CATALOGUES/CSAST/CSAST.html>
2. NASA exoplanet archive - <https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu>
3. Han I. et al. // Astron. Astrophys., 2010, V. 509, P. A24.
4. Москвин В.В. и др. // Изв. Крым. Астрофиз. Обс., 2018, т. 114, № 1, с. 85.
5. Горбачев М.А., Игнатов В.К., Шляпников А.А. // 2019ssep.conf..115G.
6. Gershberg R.E. et al. // BCRAO, 2011, V. 107, I. 1, p.11-19.
7. <https://sites.google.com/view/cravo-exop-psa>
8. https://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/main/index.html
9. <https://www.aavso.org/vsx/index.php>
10. <http://simbad.harvard.edu/>