

УДК 524.3–44

ОБ АКТИВНОСТИ ЗВЕЗД (В ТОМ ЧИСЛЕ С ПЛАНЕТНЫМИ СИСТЕМАМИ) ПО НАБЛЮДЕНИЯМ МИССИЙ КЕПЛЕР И К2

© 2021 И. С. Саванов^{1*}¹Институт астрономии РАН, Москва, 119017 Россия

Поступила в редакцию 28 января 2021 года; после доработки 5 февраля 2021 года; принята к публикации 5 февраля 2021 года

В первой части нашей работы представлены результаты сравнительного анализа фотометрических наблюдений звезд с помощью миссии Кеплер и ее продолжения К2. Оценка сопоставимости данных была проведена косвенным методом на базе вычисленных нами значений параметра запятненности звездной поверхности S , которые определялись по амплитудам переменности блеска объектов R_{var} по наблюдениям основной миссии и К2. Главный вывод нашей работы состоит в том, что рассмотренные данные образуют единый массив, который может быть использован в дальнейших исследованиях. Сделаны заключения об изменениях активности у звезд различных температур и о том, как активность связана с вращением. Вывод, что рассматриваемые данные образуют единый массив, позволил во второй части работы провести обобщенный анализ двух независимых выборок звезд с планетными системами. Используя оценку радиусов звезд (данные архива телескопа Кеплер), мы получили величины A площади пятен на поверхности звезд в миллионных долях видимой полусферы Солнца. Найдено хорошее согласие оценок характеристик пятен на поверхности звезд с экзопланетами по данным наблюдений основной миссии Кеплер и ее продолжения К2. Из нашего списка, в котором более 700 объектов с планетными системами для дальнейшего рассмотрения были отобраны 76 звезд с эффективными температурами T_{eff} , отличающимися от солнечной на 100 К. Для них были сделаны заключения об уменьшении активности объектов с периодами вращения более 10–12 суток. Из рассмотрения соотношения запятненности объектов A и их возраста t (установленного по гирохронологическому соотношению) получен вывод о том, что звезды с возрастом менее 1 млрд лет являются самыми активными. Для одного сета наблюдений (Q3) миссии Кеплер выполнен предварительный анализ фотометрических наблюдений 9 объектов, обладающих наибольшими значениями параметра запятненности A (более 10000 в миллионных долях видимой полусферы Солнца). Отмечены переменность их кривых блеска на временах, сопоставимых с периодами вращения, и ее заметная амплитуда, указывающая на повышенную площадь пятен на поверхности.

Ключевые слова: *звезды: активность*

1. ВВЕДЕНИЕ

Высокоточные наблюдения с космическим телескопом Кеплер дали возможность провести определения периодов вращения P для десятков тысяч звезд и тем самым открыли путь к установлению статистически значимых соотношений, связывающих вращение объектов с их основными параметрами (McQuillan et al. 2014). Результаты наблюдений продолжения миссии Кеплер К2 представили данные о вращении звезд в площадках, расположенных вдоль плоскости эклиптики. При этом были найдены периоды вращений P объектов, принадлежащих скоплениям разных возрастов. Это обстоятельство позволило проверить результаты определений возрастов звезд, входящих в скопления, методами гирохронологии. Несмотря

на более низкое качество фотометрических наблюдений миссии К2 (наблюдения проводились при худшей стабилизации телескопа) и их меньшую среднюю продолжительность (отдельные поля наблюдались от 36 до 90 суток), данные К2 существенно расширили число звезд с определенным параметром P . В связи с этим встает вопрос о возможности совместного использования полученных данных. Сопоставление результатов миссии Кеплер и ее продолжения К2 может быть проведено на основе исследований Рейнхолда и соавторов (Reinhold and Gizon 2015, Reinhold and Hekker 2020), выполненных по единой методике. Мы не можем провести прямое сопоставление величин P из архива основной миссии Кеплер и миссии К2, поскольку измерения P относятся к различным массивам объектов. В связи с этим мы выполнили косвенную оценку сопоставимости этих данных. Поскольку наш интерес заключается в изучении

*E-mail: isavanov@inasan.ru

активности звезд поздних спектральных классов, то сравнивая значения параметра запятненности S , вычисленные по амплитудам переменности блеска объектов R_{var} , характеризующим фотосферную активность звезд и полученным из наблюдений основной миссии и K2, мы сможем проверить наличие однородности результатов двух выборок данных.

2. АНАЛИЗ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ И РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРА S

На рис. 1 представлено сопоставление величин параметра запятненности S , полученных по наблюдениям основной миссии и ее продолжения K2. Исходными данными нам послужили следующие два исследования, выполненные по единой методике. Reinhold and Gizon (2015) определили периоды вращения для более чем 18000 звезд по наблюдениям телескопа Кеплер в секторах Q1–Q14. Кроме того, для более чем 12000 объектов были найдены параметры дифференциального вращения. Рассматривая данные всех кампаний K2 Reinhold and Hekker (2020) определили периоды вращения 29860 звезд.

Оба массива данных содержат необходимую для получения оценок параметра S информацию — амплитуду переменности блеска объекта R_{var} и его эффективную температуру. По ранее примененной нами методике (см. в Dmitrienko and Savanov (2017), Savanov (2015a), Savanov and Dmitrienko (2018b)) было найдено в общей сложности около 45000 величин S .

На верхней диаграмме рис. 1 сопоставление величин S проведено в зависимости от эффективной температуры звезд, а на нижней — от периода их вращения. Обе диаграммы представляют большой интерес, поскольку по ним можно сделать основные заключения, как об изменениях активности у звезд различных температур, так и о том, как активность связана с вращением.

Основной вывод, который следует из анализа диаграмм, состоит в том, что, согласно представленным на рис. 1 данным, не существует значимых различий в найденных нами параметрах запятненности для основной миссии и K2. Это дает основание для совместного использования этих данных в последующих исследованиях. В будущем мы планируем воспользоваться объединенным массивом данных при изучении активности звезд солнечного типа (см., например, в Savanov and Dmitrienko (2017)), ультра-быстровращающихся объектов спектрального класса F, карликов спектрального класса M и для решения других задач. Рассмотрение объединенных данных существенно улучшит ситуацию в тех случаях, когда по данным

основной миссии рассматривалась лишь пространственно ограниченная выборка объектов в поле зрения телескопа.

Характерные свойства изменений параметра запятненности отмечались ранее и нами (Savanov 2015a), и в литературе — (McQuillan et al. 2014, Reinhold and Hekker 2020). Доля поверхности звезды, покрытая пятнами, растет при переходе от F–G звезд к карликам спектрального класса M. Имеется бимодальность в распределении не только периодов вращения (см. обсуждение в Reinhold and Hekker (2020)), но и параметра S .

Помимо более ярко выраженного увеличения величины параметра S для звезд с периодами вращения менее 10 сут, данные миссии K2 также характеризуются и бимодальностью в распределении S для объектов с P от 10 до 25 суток (подробное обсуждение этой проблемы можно найти в Reinhold and Hekker (2020)). Хорошо прослеживается ветвь малоактивных объектов (см. Savanov and Dmitrienko (2017)).

Большим достоинством новых данных (Reinhold and Hekker 2020) является возможность обнаружения запятненности S звезды величиной 2–3 сотых процента от площади ее видимой поверхности. Таким образом мы приблизились к возможности наблюдения пятен, по своей площади сопоставимых с солнечными пятнами. Этот результат был достигнут для объектов с эффективными температурами от 5000 K до 6250 K и с периодами вращения порядка 20 суток.

3. О ПЯТНАХ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗВЕЗД С ПЛАНЕТНЫМИ СИСТЕМАМИ

Выше было показано, что сравнительный анализ результатов фотометрических наблюдений звезд с помощью миссии Кеплер и ее продолжения K2, позволил сделать заключение о том, что рассмотренные данные образуют единый массив, который может быть использован в дальнейших исследованиях.

Это делает обоснованным проведение обобщенного анализа для двух независимых выборок звезд с планетными системами по данным наблюдений основной миссии Кеплер и ее продолжения K2. В работе Savanov and Dmitrienko (2020b) нами было выполнено сопоставление величин параметров, характеризующих площадь пятен (в относительных и абсолютных единицах), с эффективной температурой и с периодами вращения объектов. Также было установлено согласие результатов, найденных по данным этих выборок.

Напомним, что авторы Mayo et al. (2018) представили результаты анализа 275 кандидатов в планеты по наблюдениям миссии K2 (продолжение

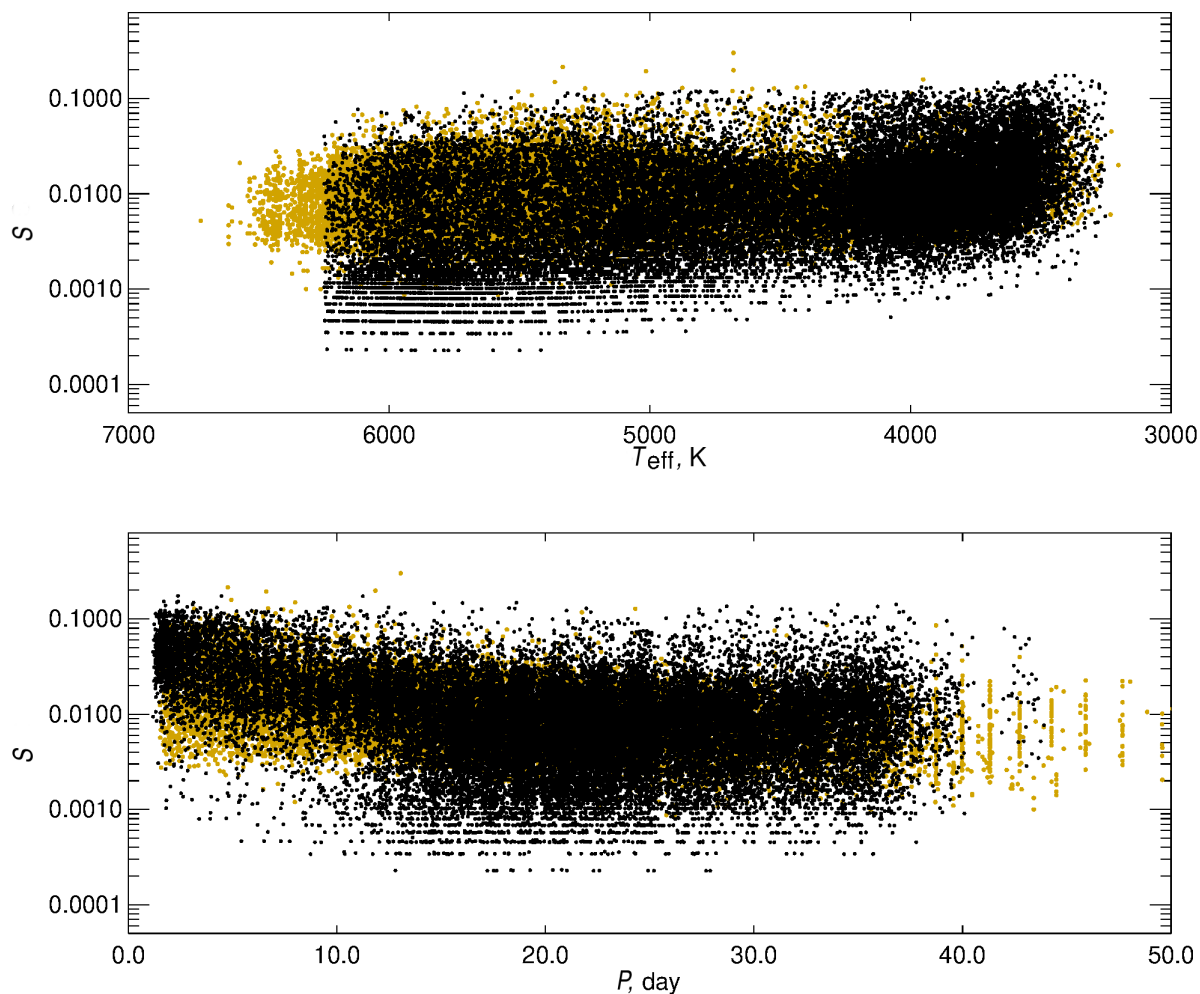


Рис. 1. Вверху — изменения величин S в зависимости от эффективной температуры звезд, внизу — от периода их вращения. Данные Reinhold and Gizon (2015) представлены светлыми кружками, данные Reinhold and Hekker (2020) — темными.

работы космического телескопа Кеплер) по данным архива K2 кампаний 1–10 для звезд ярче 13^m . Для уточнения характеристик объектов они дополнительно провели спектральные наблюдения с высоким разрешением ($R = 44000$) и оценили вероятность принадлежности кандидатов в планеты к числу планет. В итоге была рассмотрена выборка из 149 объектов. Ее данные были нами сопоставлены с результатами работы Reinhold and Hekker (2020), в которой по наблюдениям всех кампаний K2 представлены сведения о периодах вращения около 30000 звезд с уточненными параметрами из каталога миссии K2¹. Наш анализ показал, что в списках Mayo et al. (2018) и Reinhold and Hekker (2020) имеются 67 общих объектов, которые и были нами выбраны для последующего изучения.

Ранее в Savanov (2015a) по фотометрическим наблюдениям с космическим телескопом Кеплер

для 737 звезд, обладающих планетными системами (экзопланетами), мы изучили зависимости величины параметра запятненности S их поверхности от эффективной температуры и от периода их осевого вращения и не получили свидетельств того, что магнитная активность звезд с экзопланетами имеет ярко выраженные особенности, отличающие их от активности звезд более обширной выборки.

В статье Savanov and Dmitrienko (2020b) мы сопоставили параметры S и T_{eff} , а также S и P , полученные по данным из McQuillan et al. (2013a) и Mayo et al. (2018), которые содержат необходимую для оценок параметра S информацию. Были перепределены величины S для звезд из McQuillan et al. (2013a) и найдены параметры запятненности для 67 звезд из Mayo et al. (2018).

Кроме того, принимая оценку радиуса звезд (согласно обновленным данным архива телескопа Кеплер², мы получили величины A площади пятен

¹archive.stsci.edu.k2.epic.search

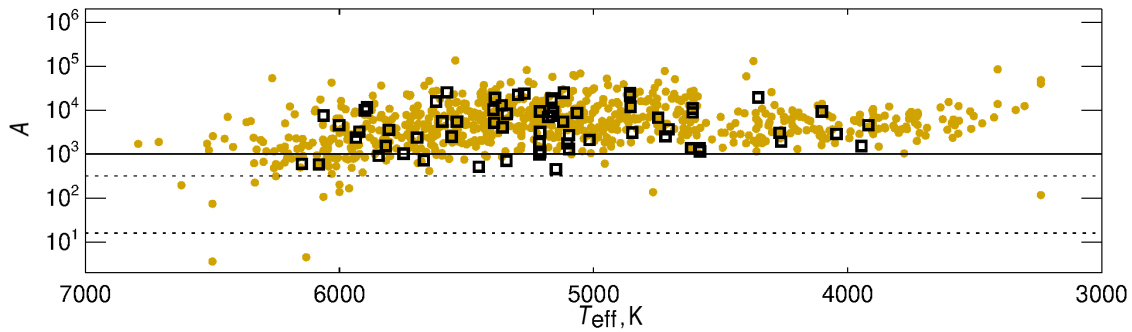


Рис. 2. Зависимость площади пятен A на поверхности звезд с экзопланетами, выраженной в долях видимой полусферы Солнца (миллионных долях, м.д.п.), от эффективной температуры. Светлые кружки — данные из McQuillan et al. (2013a), темные квадраты — из Mayo et al. (2018). Штриховые линии соответствуют максимумам бимодального распределения параметра A для Солнца, а максимальное солнечное значение параметра A представлено сплошной линией.

на поверхности звезд в абсолютной мере (в миллионных долях видимой полусферы Солнца, м.д.п.). Если площадь большой группы пятен на Солнце может составлять 1–2 тысячи м.д.п., то площади пятен на поверхности звезд с экзопланетами существенно превосходят ее и находятся в пределах от 8000 м.д.п. до 60000 м.д.п. Данные, представленные в Savanov and Dmitrienko (2020b), указывают на хорошее согласие оценок характеристик пятен на поверхности звезд с экзопланетами, полученных по двум выборкам — McQuillan et al. (2013a) и Mayo et al. (2018).

На рис. 2 представлены диаграммы зависимости площади пятен A на поверхности звезд с экзопланетами, выраженной в м.д.п., от эффективной температуры. Штриховые линии соответствуют максимумам бимодального распределения параметра A для Солнца, а максимальное значение параметра A представлено сплошной линией. В дальнейшем анализе мы будем использовать объединенный набор данных McQuillan et al. (2013a) и Mayo et al. (2018).

4. СВОЙСТВА ПЯТЕН У ЗВЕЗД СОЛНЕЧНОГО ТИПА С ПЛАНЕТНЫМИ СИСТЕМАМИ

Среди рассмотренного нами объединенного массива звезд с планетными системами, содержащего порядка 700 объектов, наше особое внимание привлекли звезды солнечного типа.

В целом, исследования активности звезд, подобных Солнцу по своим параметрам, представляют большой интерес с точки зрения установления прошлого, настоящего и будущего в проявлениях активности ближайшей к нам звезды. В результате может быть установлен характер изменения активности Солнца со временем и ее соотношение с

проявлениями активности у более молодых и более старых звезд с массами $\sim 1M_{\odot}$. В этом направлении ранее нами уже были получены следующие результаты. В работе Savanov and Dmitrienko (2017) были выполнены оценки параметра запятненности S для 2846 звезд солнечного типа с эффективными температурами $T_{\text{eff}} = 5700 \div 5800$ К и ускорениями силы тяжести $g = 4.4 \div 4.5$. Анализ был проведен на основе данных о фотометрических измерениях, полученных с космическим телескопом Кеплер в течение интервала Q9. Было установлено наличие двух групп звезд солнечного типа, характеризующихся значениями $S = 0.001 \div 0.007$ и $S > 0.007$. Мы выполнили сопоставление изменений с возрастном индексом хромосферной активности и полученного нами параметра запятненности S и показали, что рассматриваемые зависимости обладают общими характерными особенностями. Вероятно, что уровень активности понижается у звезд старше 4 млрд лет.

Проявления активности, вызванные запятненностью звезды, носят другой характер по сравнению с присутствием транзитов на кривой блеска, эти явления хорошо разделяются. По своей форме транзиты заметно отличаются от вращательной модуляции блеска вследствие наличия пятен на поверхности. Транзиты чаще всего имеют плоское дно, симметричную форму и прочее. Если у звезды нет пятен, то между транзитами присутствуют достаточно значительные промежутки невозмущенного блеска.

Изучение звезд солнечного типа с планетными системами представляет особый интерес, поскольку оно может указать на свойства аналогов молодой солнечной системы, на процессы формирования планет, исследовать насколько типична наша планетная система и прочее. На этой ранней стадии эволюции солнечные близнецы намного более магнитоактивны, чем Солнце в настоящее время, они могут оказывать более значительное влияние на принадлежащие им экзопланеты.

²archive.stsci.edu.k2

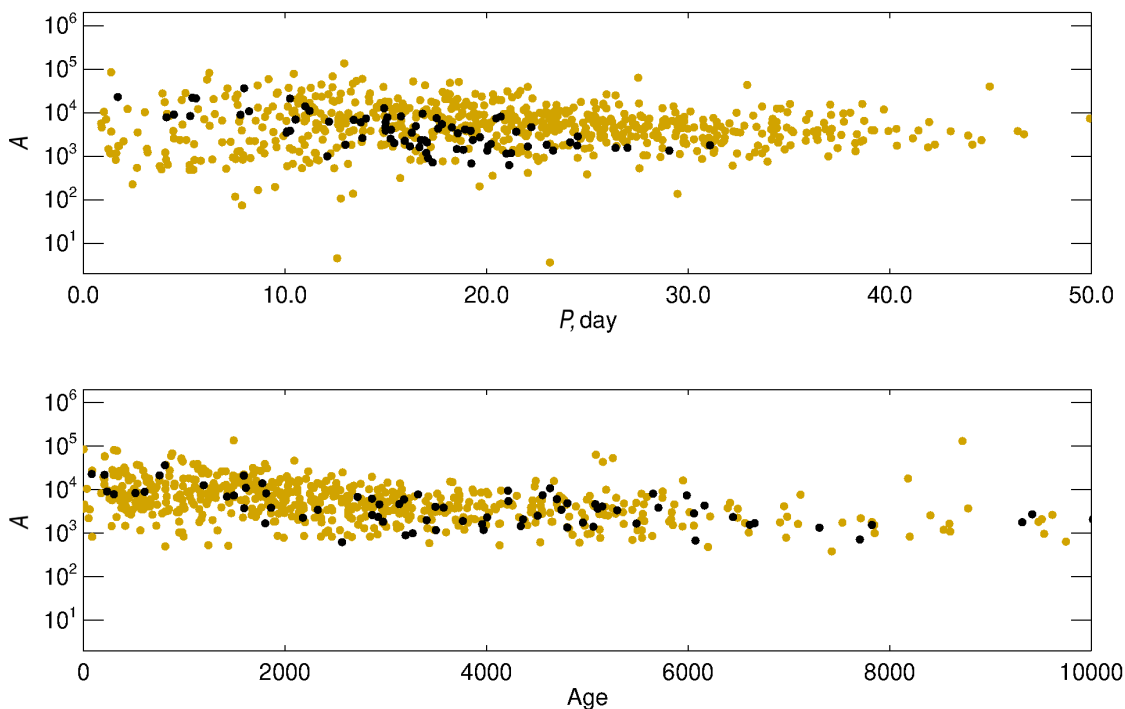


Рис. 3. Зависимости площади пятен A на поверхности звезд с экзопланетами, выраженной в долях видимой полусферы Солнца (миллионных долях, м.д.п.), от периода вращения (в сутках) (вверху) и возраста (в млн лет) (внизу). Светлые кружки — данные полного списка звезд с экзопланетами, темные — звезды солнечного типа с экзопланетами.

Для дальнейшего рассмотрения в нашем списке были отобраны звезды с эффективными температурами, отличающимися от T_{eff} Солнца на 100 К. Таких объектов оказалось 76. Наш анализ показал, что, как правило, эти звезды более активны, чем Солнце.

В исследуемой нами выборке максимальное значение параметра A было найдено по фотометрическим данным для звезды KIC 1161345 и составляет порядка 36000 м.д.п., то есть на порядок больше запятненности Солнца. В целом, диапазон изменений величины параметра A составляет более порядка, в списке имеются и объекты с A , равным величине 3000 м.д.п., сопоставимым с верхней границей площади пятен на Солнце.

Для всех исследуемых нами объектов с планетными системами представленные на диаграмме зависимости параметра запятненности A от периода вращения звезды (рис. 3, верхняя панель) хорошо согласуются со сделанными ранее в Dmitrienko and Savanov (2017) заключениями об уменьшении активности (параметра запятненности) объектов с периодами вращения более 10–12 суток. Группа более быстро вращающихся объектов, исследованных нами ранее (периоды вращения P которых меньше 10–12 суток), характеризуется большими значениями параметра S . Указанная закономерность наиболее отчетливо проявляется у данных

для звезд солнечного типа с планетными системами (темные кружки).

Диаграмма, связывающая запятненность объектов S и их возраст t , представлена на рис. 3 (нижняя панель). Звезды с возрастом менее 1 млрд лет являются самыми активными, они обладают максимальными величинами параметра A . Звезды с возрастом в интервале 1–2 млрд лет, вероятно, образуют промежуточную по свойствам активности группу. Отметим, что из 9 звезд с максимальными величинами параметра A (больше 10 000 м.д.п.) в нашем списке из 76 объектов 8 имеют возраст менее 2 млрд лет. Интересно, что девятый объект — KIC 11773022 (см. ниже рис. 4, три верхних диаграммы), можно рассматривать, как быстро-вращающийся активный аналог нашего Солнца, эффективная температура звезды близка к 5800 К, возраст — 4.6 млрд лет, но период вращения равен 8 суткам. Объекты старше 2 млрд лет являются менее активными по сравнению с более молодыми.

Объекты из сформированного нами списка звезд солнечного типа с планетными системами представляют интерес для дальнейшего более подробного изучения (например, уже упомянутые KIC 1161345 и KIC 11773022). В качестве иллюстрации приведем результаты предварительного анализа 9 объектов, обладающих наибольшими значениями параметра запятненности (величина параметра для них превышает 10000 м.д.п.).

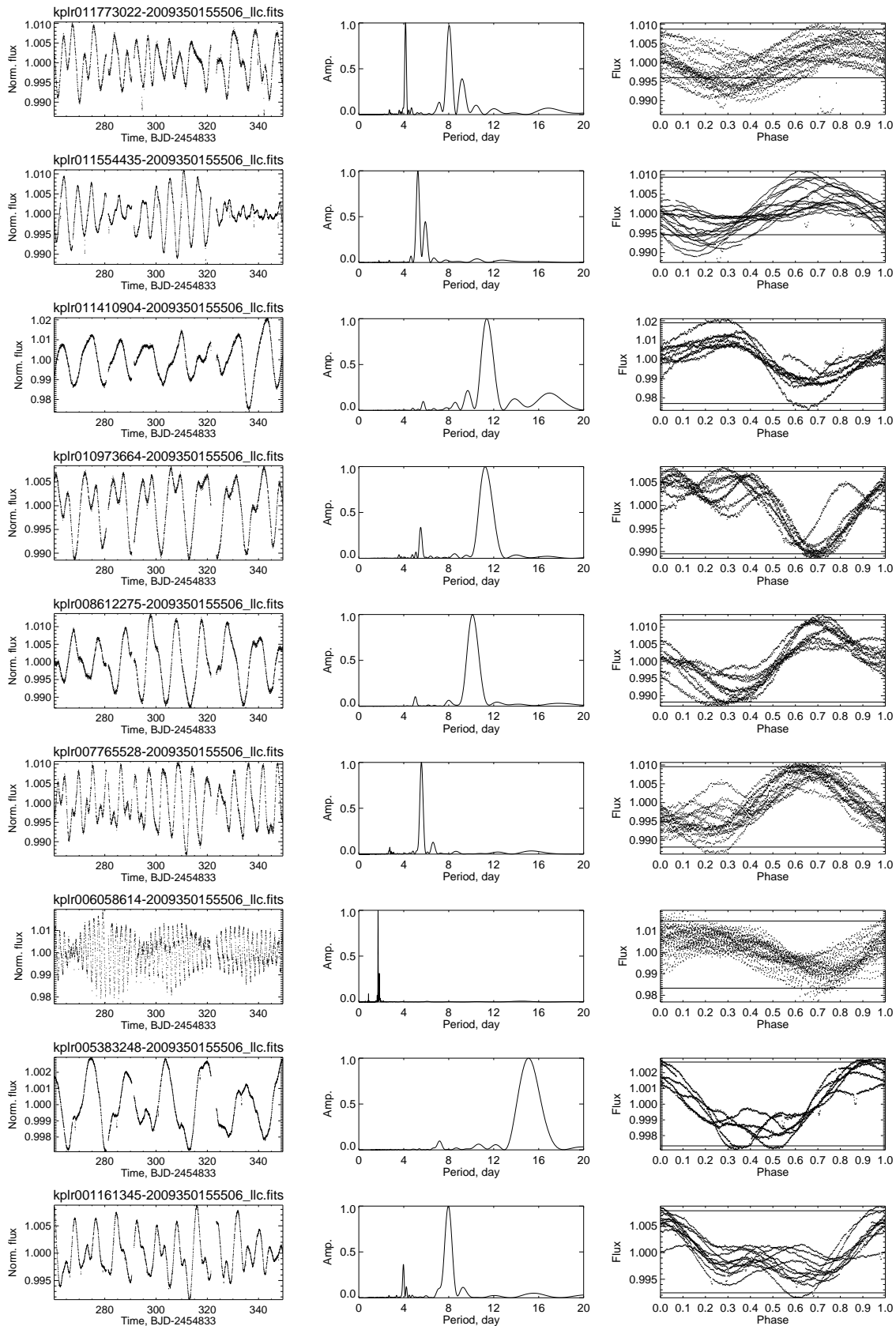


Рис. 4. Слева — кривые блеска для исследуемых объектов, в центре — спектры мощности переменности блеска объектов, справа — фазовые диаграммы переменности блеска (горизонтальные линии характеризуют величину амплитуды переменности блеска R_{var} объектов).

Для предварительного исследования мы использовали данные из архива космического телескопа Кеплер только для одного сета наблюдений (Q3) длительностью в 90 суток. Анализ фотометрических данных был проведен с помощью модифицированной программы *activity* (Savonov 2018). Его результаты проиллюстрированы на диаграммах на рис. 4, кривые блеска объектов приведены на его левой части. Обработка данных была аналогичной, выполненной нами ранее для карликов поздних спектральных классов. Рассчитанные спектры мощности переменности блеска звезд (рис. 4, средняя часть) указали на наличие пиков, соответствующих величинам периода вращения. Найденные нами величины P находятся в хорошем согласии с результатами из статей McQuillan et al. (2013a) и Mayo et al. (2018). Фазовые диаграммы переменности блеска представлены на правой части рис. 4. Хорошо заметна переменность кривых блеска на временах, сопоставимых с периодами вращения звезд, что свидетельствует о быстрой эволюции пятен на их поверхности. Горизонтальные линии характеризуют величину амплитуды переменности блеска R_{var} объектов. Во многих случаях полная амплитуда переменности блеска достигает 2%, что несомненно является указанием на повышенную площадь пятен на поверхности.

Используя упрощенную методику (см., например, Dmitrienko and Savonov (2017)), на основе величин R_{var} и характеристик объектов из архива данных MAST телескопа Кеплер можно получить оценки параметра запятненности A , которые близки к найденным нами ранее по данным McQuillan et al. (2013a), но точно с ними не совпадают, поскольку основаны на анализе всего одного сета наблюдений.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В первой части нашей работы представлены результаты сравнительного анализа фотометрических наблюдений звезд с помощью миссии Кеплер и ее продолжения K2. Оценка сопоставимости данных была проведена косвенным методом на базе вычисленных нами значений параметра запятненности звездной поверхности S . Величины S определялись по амплитудам переменности блеска объектов R_{var} , полученным по кривым блеска в ходе наблюдений основной миссии и K2. Главный вывод нашей работы состоит в том, что рассмотренные данные образуют единый массив, который может быть использован в дальнейших исследованиях. Сделаны заключения об изменениях активности у звезд различных температур и о том, как активность связана с вращением.

Вывод, что данные миссии Кеплер и ее продолжения K2 образуют единый массив, сделал обоснованным проведение во второй части работы обобщенного анализа для двух независимых выборок звезд с планетными системами.

Принимая согласно обновленным данным архива телескопа Кеплер оценку радиуса звезд, мы нашли величины A площади пятен на поверхности звезд в миллионных долях видимой полусферы Солнца, м.д.п. Получено хорошее согласие результатов о свойствах пятен на поверхности звезд с экзопланетами по данным наблюдений основной миссии Кеплер и ее продолжения K2.

Для дальнейшего рассмотрения в нашем списке из более 700 объектов с планетными системами были отобраны 76 звезд с эффективными температурами, отличающимися от T_{eff} Солнца на 100 К. Наш анализ свойств рассматриваемых звезд показал согласие со сделанными нами ранее заключениями об уменьшении активности (параметра запятненности) объектов с периодами вращения более 10–12 суток. Эта группа более быстро вращающихся объектов характеризуется большими значениями параметра A . Указанная закономерность наиболее отчетливо проявляется для звезд солнечного типа с планетными системами.

Из рассмотрения соотношения запятненности объектов A и их возраста t (установленного по гирохронологическому соотношению) сделан вывод о том, что звезды с возрастом менее 1 млрд лет являются самыми активными и обладают максимальными величинами параметра A . При этом из 9 звезд с максимальными величинами параметра A (больше 10000 м.д.п.) в нашем списке, содержащем 76 объектов, 8 имеют возраст менее 2 млрд лет. Выполнен анализ 9 объектов, обладающих наибольшими значениями параметра запятненности A (более 10000 м.д.п.). Для этого были использованы фотометрические данные из архива космического телескопа Кеплер для одного сета наблюдений (Q3) длительностью в 90 суток. Отмечены переменность кривых блеска на временах, сопоставимых с периодами вращения звезд, а также заметная амплитуда переменности блеска.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Автор признателен правительству Российской Федерации и Министерству высшего образования и науки РФ за поддержку по гранту 075-15-2020-780 (N13.1902.21.0039).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. E. S. Dmitrienko and I. S. Savanov, *Astronomy Reports* **61** (2), 122 (2017).
4. A. W. Mayo, A. Vanderburg, D. W. Latham, et al., *Astron. J.* **155** (3), 136 (2018).
3. E. S. Dmitrienko and I. S. Savanov, *Astronomy Reports* , **61**, 871 (2017).
4. A. W. Mayo, A. Vanderburg, D. W. Latham, A. Bieryla, et al., *Astron. J.* , **155**, 136 (2018).
5. A. McQuillan, T. Mazeh, and S. Aigrain, *Astrophys. J. Suppl.* , **211**, 24 (2014).
6. A. McQuillan, T. Mazeh, and S. Aigrain, *Astrophys. J.* , **775**, L11 (2013).
7. A. McQuillan, S. Aigrain, and T. Mazeh, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **432**, 1203 (2013).
8. Y. A. Nagovitsyn and A. A. Pevtsov, *Astrophys. J.* **833**, 94 (2016).
9. T. Reinhold and L. Gizon, *Astron. and Astrophys.* **583**, A65 (2015).
10. T. Reinhold and S. Hekker, *Astron. and Astrophys.* **635**, A43 (2020).
11. I. S. Savanov, *Astrophysical Bulletin* **70**, 83 (2015).
12. I. S. Savanov, *Astrophysical Bulletin* **70**, 292 (2015).
13. I. S. Savanov and E. S. Dmitrienko, *Astronomy Reports* **61**, 461 (2017).
14. I. S. Savanov, *Astronomy Reports* **62**, 814 (2018).
15. I. S. Savanov, E. S. Dmitrienko, S. Karmakar, et al., *Astronomy Reports* **62**, 532 (2018).
16. I. S. Savanov and E. S. Dmitrienko, *Astronomy Reports* **62**, 238, 2018.
17. I. S. Savanov and E. S. Dmitrienko, *Astronomy Letters* **46**, 177 (2020).
18. I. S. Savanov and E. S. Dmitrienko, *INASAN Science Reports*, **5**, 272 (2020).

On the Activity of Stars (Including Those with Planetary Systems) from Observations of the Kepler and K2 Missions

I. S. Savanov¹

¹Institute of Astronomy, Russian Academy of Sciences, Moscow, 119017 Russia

In the first part of our work, we present the results of a comparative analysis of photometric observations of stars using the Kepler mission and its continuation K2. The comparability of the data was estimated by an indirect method based on the values of the stellar surface spottedness parameter S calculated by us, which were determined by the amplitudes of the brightness variability of the objects R_{var} from the observations of the main mission and K2. The main conclusion of our work is that the considered data form a single array that can be used in further research. Conclusions are drawn about changes in the activity of stars of different temperatures and how the activity is related to rotation. The conclusion that the data under consideration form a single array allowed us to conduct a generalized analysis of two independent samples of stars with planetary systems in the second part of the work. Using an estimate of the radii of stars (data from the Kepler telescope archive), we obtained the values A of the area of spots on the surface of stars in millionths of the visible hemisphere of the Sun. We found a good agreement between the estimates of the characteristics of spots on the surface of stars with exoplanets based on the observations of the main mission Kepler and its continuation K2. From our list of more than 700 objects with planetary systems, 76 stars with effective temperatures T_{eff} differing from the solar temperature by 100 K were selected for further consideration. For them, conclusions were made about the decrease in the activity of objects with rotation periods of more than 10–12 days. From the consideration of the ratio of the spottedness of objects A and their age t (established by the gyrochronological ratio), it is concluded that stars with an age of less than 1 billion years are the most active. For one set of observations (Q3) of the Kepler mission, a preliminary analysis of photometric observations of 9 objects with the largest values of the spottedness parameter A (more than 10000 in millionths of the solar hemisphere) has been performed. The variability of their light curves at times comparable to the periods of rotation and its noticeable amplitude, indicating an increased area of spots on the surface, are registered.

Keywords: *stars: activity*