

УДК 524.31.084-337

ПОИСК И ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ У МАГНИТНЫХ БЕЛЫХ КАРЛИКОВ

© 2017 А. Ф. Валеев^{1,2*}, К. А. Антонюк^{3,1}, Н. В. Пить³, А. С. Москвитин^{1,2},
А. О. Граужанина¹, Д. Р. Гадельшин¹, С. В. Колесников^{3,4}, Е. А. Жужулина⁵,
Т. Е. Бурлакова¹, Г. А. Галазутдинов^{6,7,1}, А. Г. Гутаев², Р. Я. Жучков^{2,7}, А. И. Ихсанова²,
Д. Г. Жуков², А. Джоши⁸, Й. Ч. Пандей⁸, А. Ф. Холтыгин⁹, Г. Г. Валявин¹

¹Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, 369167 Россия

²Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, 420008 Россия

³Крымская астрофизическая обсерватория, Научный, 298409 Россия

⁴Астрономическая обсерватория Одесского национального университета им. И. И. Мечникова, Одесса, 65014 Украина

⁵Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, Симферополь, 295007 Россия

⁶Католический университет Севера, Антофагаста, 0610 Чили

⁷Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория, Санкт-Петербург, 196140 Россия

⁸Научно-исследовательский институт наблюдательных наук Арьябатта, Наинитал, 263001, Индия

⁹Астрономический институт им. В. В. Соболева, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, 198504 Россия

Поступила в редакцию 11 ноября 2016 года; принята в печать 26 декабря 2016 года

Приводятся результаты фотометрических наблюдений ряда магнитных белых карликов с целью поиска у них переменности блеска. В результате этих наблюдений в полосе V у классического сильномагнитного белого карлика GRW + 70°8247 обнаружено наличие значимой переменности с вероятным периодом от нескольких дней до нескольких десятков дней, полуамплитуда которой составляет около 0^m04 . Переменность также обнаружена и у хорошо известного белого карлика GD 229. Полуамплитуда переменности составляет около 0^m005 , а вероятный период переменности этой вырожденной звезды находится в диапазоне 10–20 дней. Переменность наиболее вероятно связана с вращением этих звезд. В работе также обсуждаются особенности фотометрической переменности ряда других магнитных белых карликов. Приводится обновленная диаграмма «магнитное поле–период вращения» для белых карликов.

Ключевые слова: *белые карлики — звезды: магнитные поля — планетные системы*

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе мы представляем промежуточные результаты программы фотометрических наблюдений одиночных магнитных белых карликов [1–3]. Главной мотивацией к проведению исследований явилось обнаружение связи между магнитными и фотометрическими свойствами белых карликов [3–5] и необходимость ее детального исследования. Построение селекционно-независимой диаграммы «период вращения–магнитное поле» для белых карликов также входит в круг задач, на решение которых ориентирована программа.

Сопутствующим вопросом, ответ на который может быть частично получен в ходе проекта, является проблема существования планет у изолированных белых карликов. В частности (см., например, работу [6]), близко расположенные к поверхностям родительских белых карликов железные планеты могут быть как генераторами сильных магнитных полей на родительских звездах, так и униполярными индукторами замкнутых электрических токов в их атмосферах. В результате омических потерь эти токи способны выделять джоулево тепло достаточной энергетикой для того, чтобы изменять свойства атмосфер магнитных белых карликов, вызывая их оптическое обращение в верхних слоях и общую нестабильность. Таким об-

*E-mail: azamat@sao.ru

разом возможно возникновение фотометрической переменности, модулированной влиянием массивных планет. Это приводит нас к еще одной важной цели исследования: поиску аномалий в периодах вращения белых карликов в контексте поиска вращающихся вокруг них планет.

Целью проводимых работ также является тестирование на долговременную регулярность модулированной вращением фотометрической переменности. Это важно для исследования временной эволюции поверхностных магнитных полей белых карликов и возможного обнаружения у них планет. Характерная шкала, необходимая для регистрации этих изменений, ожидается на уровне десяти и более лет [3]; в настоящий момент программа исследований находится на начальной стадии, поскольку, исключая наши многолетние наблюдения белого карлика WD 1953 – 011 [1, 3, 4], значительная часть наблюдений получена в последние три года. За это время по ряду белых карликов уже получены результаты, которые, по нашему мнению, являются важными для астрономического сообщества. В большинстве случаев точные значения периодов для исследуемых объектов еще не определены, но сам факт регистрации новых переменных объектов, величин амплитуд и пределов переменности их фотометрических характеристик позволяют дополнить уже существующие варианты [5, 7] диаграммы «период вращения–магнитное поле» для белых карликов, что является основной целью данной работы.

2. НАБЛЮДЕНИЯ

Фотометрические наблюдения белых карликов (в общем случае не только магнитных, с известным поверхностным магнитным полем) проводятся на регулярной основе с 2012 г. по настоящее время на следующих телескопах: 1-м телескопе САО РАН, 1.25-м телескопе КрАО, 1.3-м индийском телескопе обсерватории Devasthal (Индия) и группы малых телескопов, установленных на Северокавказской астрономической станции Казанского (Приволжского) федерального университета (КФУ). В основном наблюдения ведутся в широкополосном фильтре V , хотя с увеличением числа вовлеченных телескопов появляется возможность организации долговременного мониторинга с использованием других фильтров и фотометрических систем. Методика наблюдений и обработки данных подробно описана в предыдущих работах (см. например, [2]).

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

В этом разделе мы приводим сведения о фактически полученных результатах мониторинга отдельных звезд. По мере накопления фотометрического материала планируется выложить в виде

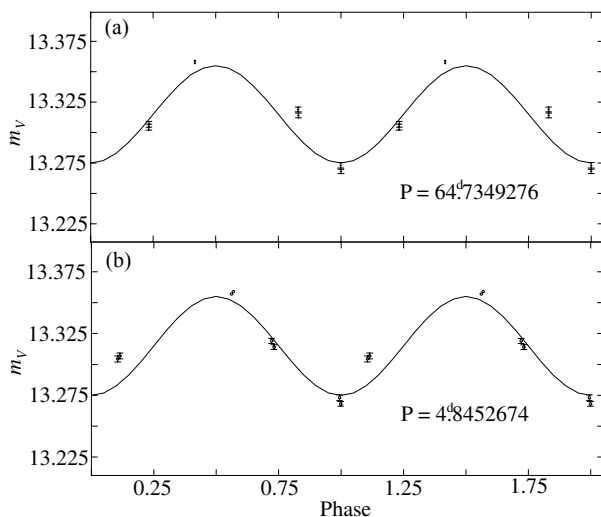


Рис. 1. Фазовая кривая изменения блеска GRW + 70°8247 с двумя возможными периодами. Представлены по две близко расположенные точки измерений за ночь, которые согласуются друг с другом внутри баров ошибок.

Таблица 1. Результаты фотометрии GRW + 70°8247

JD, days	T_{exp} , s	m_V	$\sigma(m_V)$
2456537.3200	4320	13.3190	0.0020
2456537.3700	3990	13.3140	0.0020
2456548.3300	1700	13.2730	0.0023
2456548.3540	2300	13.2680	0.0018
2456563.4070	3600	13.3045	0.0024
2456563.4490	3600	13.3068	0.0023
2456575.3039	3600	13.3570	0.0010
2456575.3440	3600	13.3590	0.0012

электронных таблиц данные индивидуальных оценок потоков для каждого объекта.

3.1. GRW + 70°8247

Объект GRW + 70°8247 является белым карликом, у которого было впервые зарегистрировано магнитное поле (знаменитая работа Кемпа и др. [8]). Он принадлежит к классу наиболее намагниченных белых карликов с поверхностным полем более 300 МГс [9]. GRW + 70°8247 входит в гипотетическую группу сильнонамагниченных белых карликов, периоды вращения которых оценены в работах [7, 10] как превышающие сотню лет. Однако они могут быть и настолько коротки, что находятся ниже предела обнаружимости (объяснение см. ниже по тексту). Вывод об отсутствии

у этой звезды вращения был сделан на основании отсутствия каких-либо признаков модуляции вращением круговой поляризации в спектре этого объекта при поляриметрических наблюдениях. Попытки обнаружить у GRW + 70°8247 признаки модулирования потока вращением при фотометрических измерениях [5] также не дали значимого результата, хотя признаки наличия переменности на шкале четырех дней были заподозрены [5].

По нашему мнению, гипотеза Schmidt и Norgworthy [7] о существовании класса «остановившихся» сильномагнитных белых карликов является весьма спорной хотя бы потому, что среди подобных звезд с магнитным полем сравнимой величины есть и быстровращающиеся, более старые белые карлики [7]. Кроме этого, мы не исключали возможности [11, 12] наличия у звезды быстрой переменности (менее минуты). По этой причине, а также по причине того, что признаки фотометрической переменности у GRW + 70°8247 были заподозрены [5], мы продолжили фотометрические наблюдения этого объекта.

В течение нескольких ночей осенью 2013 г. наблюдения GRW + 70°8247 мы проводили в режиме быстрой фотометрии с характерной скважностью несколько секунд на 1-м телескопе САО РАН. Никаких следов быстрой переменности с амплитудой выше 0^m01 и на временах от десяти секунд до нескольких часов найдено не было. Между тем более поздние фотометрические наблюдения на 1.25-м телескопе КрАО [2], ориентированные на поиск долговременной периодичности у объекта, показали положительный результат. Описываемые наблюдения проводились в июне—октябре 2016 г. с характерной скважностью от нескольких минут. Поиск периодов на шкале от десятков минут до нескольких часов также не дал положительного результата. Интегрирование всех данных, полученных в течение каждой из наблюдательных ночей, и поиск периодов с характерной скважностью в несколько часов уверенно продемонстрировали наличие переменности блеска звезды с полуамплитудой около 0^m04 в фильтре V. Результаты измерений приведены в таблице 1.

Применение метода Лафлера—Кинмана [13] к поиску периода обнаруживает значительное количество пиков на периодограмме, обозначающих возможные периоды от нескольких дней до десятков дней. К сожалению, в силу значительной неравномерности и недостаточного массива наблюдений, выделить на данном этапе какой-либо из этих периодов не представляется возможным. В настоящем исследовании мы ограничимся лишь констатацией факта обнаружения переменности с полуамплитудой 0^m04 в фильтре V и отметим, что наиболее вероятный период составляет около

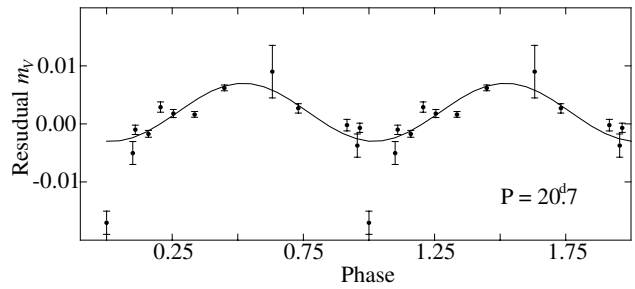


Рис. 2. Фазовая кривая изменения блеска GD 229 с вероятным периодом около 20 дней.

Таблица 2. Результаты фотометрии GD 229

JD, days	T_{exp} , s	Residual m_V	$\sigma(m_V)$
2457613.5130	4700	-0.0037	0.0020
2457614.4274	950	-0.0170	0.0020
2457616.5120	7400	-0.0050	0.0020
2457621.3830	28500	0.0016	0.0005
2457633.4130	10400	-0.0002	0.0010
2457634.4160	10600	-0.0007	0.0008
2457637.4130	11400	-0.0010	0.0008
2457638.4500	17000	-0.0017	0.0006
2457639.4120	11300	0.0029	0.0009
2457640.4100	11500	0.0018	0.0007
2457644.4383	3600	0.0062	0.0050
2457648.2276	2000	0.0090	0.0070
2457650.2790	11500	0.0027	0.0008

четырёх-пяти дней. Пример свертки фотометрических данных наблюдений с двумя из возможных периодов показан на рис. 1. Заметим, что четырехдневный период (нижняя панель рис. 1) подтверждает предположение, высказанное в работе [5]. Дальнейшие наблюдения этого объекта позволят уточнить величину периода.

3.2. GD 229

Магнитный белый карлик GD 229 так же, как и GRW + 70°8247, в работе [7] отнесен к группе «остановившихся» звезд (см. работу [14] и ссылки в ней) или является звездой с очень быстрым вращением [11, 12]. В исследовании [15] также приводятся свидетельства того, что этот объект вращается с периодом сто и более лет. Между

тем наши наблюдения, проводившиеся в августе–октябре 2016 г. на 1-м телескопе САО РАН и 1.25-м телескопе КрАО, обнаружили явную переменность звезды с периодом от десяти до нескольких десятков дней. Наиболее вероятный период вращения, который дает синусоидальное изменение поля с периодом около 20 дней, представлен на рис. 2. Так же, как и в предыдущем случае, для анализа мы использовали результат измерения, интегрированный внутри каждой ночи (см. таблицу 2). Характерная неточность каждой из таких оценок составила величину 0^m001 , что дает основания говорить об открытии у магнитного белого карлика GD 229 фотометрической переменности с полуамплитудой 0^m005 .

Период переменности мы оцениваем от десятка до нескольких десятков дней с наиболее вероятным значением 20.7 дня. Наличие такой слабой переменности еще не позволяет нам уверенно заявить о том, что она вызвана именно вращением звезды. Тем не менее мы считаем такую интерпретацию наиболее вероятной. Мы также не исключаем, что регистрация вековой переменности GD 229, сделанная в работе [15], не является наблюдательным артефактом — существует возможность вековой эволюции поверхностного поля у вырожденной звезды. Вывод о том, что эта переменность вызвана медленным (с периодом в сотню лет) вращением, нам так же, как и в случае с GRW + 70°8247, кажется сомнительным. Следы «быстрой» переменности также не найдены.

3.3. GD 356

Интереснейший и уникальный в своем роде сильномагнитный (дипольное поле на полюсе 13 МГс [16]) белый карлик GD 356 известен тем, что его чисто водородный спектр демонстрирует все бальмеровские спектральные линии в стопроцентной эмиссии [17]. Среди различных объяснений этого феномена наиболее интересным, на наш взгляд, является объяснение Викрамасингха и др. [6]. Согласно ему обращение спектра может быть вызвано близко расположенной к поверхности GD 356 железной планеты, которая, в свою очередь, может быть униполярным индуктором замкнутых электрических токов в атмосфере вырожденной звезды. В результате омических потерь эти токи выделяют джоулево тепло достаточной энергетикой для того, чтобы вызвать наблюдаемое оптическое обращение атмосферы GD 356.

Мотивацией для фотометрического мониторинга GD 356 послужил факт обнаружения у этой звезды регулярной фотометрической переменности с периодом 115 минут [18]. Эти наблюдения были выполнены в 2004 г., и наш основной интерес

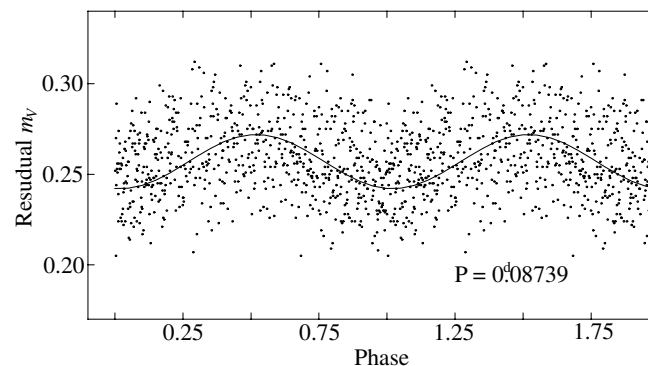


Рис. 3. Фазовая кривая изменения блеска GD 356 с периодом 0.0874 дня.

был вызван желанием протестировать переменность объекта на возможные изменения в ее регулярности за прошедшие двенадцать лет, вызванные присутствием на тесной орбите у звезды гипотетической железной планеты.

Наблюдения GD 356 проводились в течение нескольких последовательных дней в сентябре и октябре 2016 г. В результате анализа данных была обнаружена классическая переменность объекта с периодом, близким к найденному в работе [18]. Наша оценка показала несколько более длинный период $P = 125$ минут. Однако с учетом неточности, обусловленной скважностью и общей длиной ряда наблюдений, это различие не является значимым. Мы планируем продолжить наблюдения этого объекта.

3.4. Магнитоиндуцированная переменность WD 1953 – 011, WD 0009 + 501 и WD 1748 + 708

На рис. 4, 5 и 6 представлены уже опубликованные данные наблюдений и анализа трех магнитных белых карликов, для которых достоверно установлена магнитоиндуцированная природа переменности их блеска в совместных фотометрических и спектрополяриметрических исследованиях. Подробности этих исследований для объекта WD 1953 – 011 опубликованы в работах [1, 3, 4, 19, 20]. Как следует из поведения основных наблюдаемых величин (см. рис. 4), моменты фотометрических минимумов коррелируют с моментами максимумов интегрального магнитного поля и проекционной площади наиболее намагниченной области звезды (две нижних панели на рис. 4). В работе [3] этот эффект объясняется глобальным контролем магнитного поля (в сотни тысяч гаусс) за процессом конвекции. Начиная программу фотометрических исследований магнитных белых карликов, первоочередной целью мы ставили обнаружение подобного эффекта на других вырожденных звездах. Поставленная цель

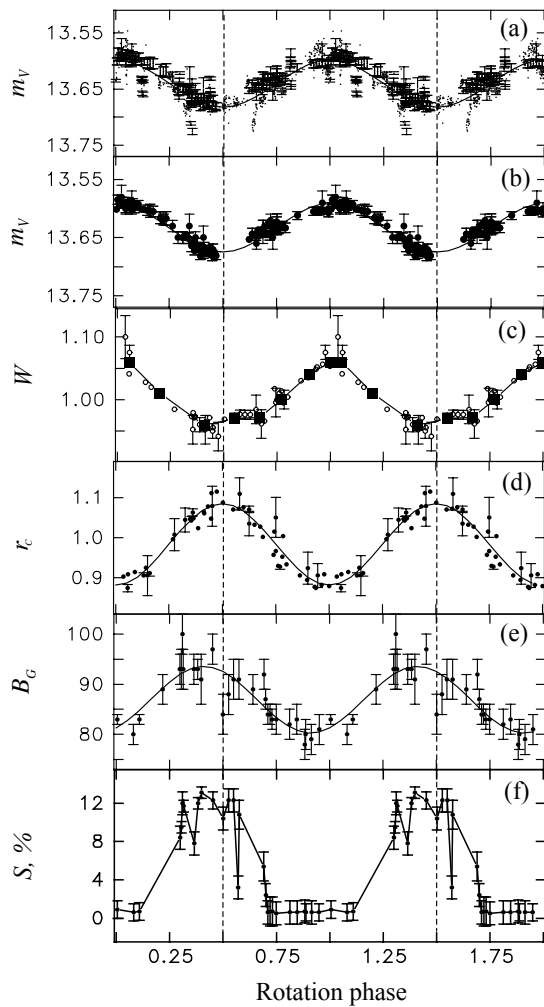


Рис. 4. Фазовые кривые изменения наблюдаемых величин магнитного белого карлика WD 1953 – 011 с периодом вращения: (а) звездная величина в фильтре V по всем имеющимся на сегодняшний день наблюдениям этого объекта, (б) звездная величина в фильтре V по наблюдениям на 1.25-м телескопе КрАО, (с) эквивалентная ширина W линии $H\alpha$, (д) остаточная интенсивность τ_r , (е) поверхностное магнитное поле B_G , (f) эффективная площадь S наиболее намагниченной области поверхности звезды в проекции на луч зрения. Вертикальные линии соответствуют минимуму звездной величины.

была быстро достигнута при наблюдениях белого карлика WD 0009+501.

Наблюдения WD 0009+501 и анализ данных (подробности см. в [2, 21]) показали регулярные изменения фотометрической переменности с периодом вращения, известным из [21]. Амплитуда переменности в фильтре V составляет около $0^m.01$. Ее характер с наличием двойной волны за цикл вращения также указывает на связь интегрального потока от звезды с ее поверхностным магнитным полем. Согласно [2], за полный цикл вращения WD 0009+501 дважды демонстрирует наблюдате-

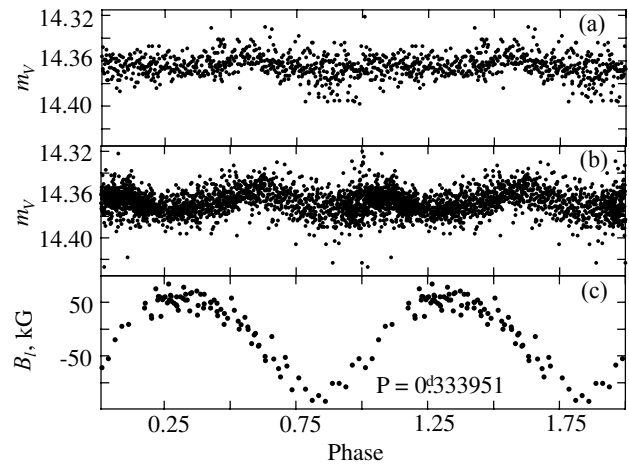


Рис. 5. Фазовые кривые изменения наблюдаемых величин магнитного белого карлика WD 0009+501 с периодом вращения: (а) звездная величина в фильтре V по наблюдениям этого объекта на 1.25-м телескопе КрАО, (б) звездная величина в фильтре V по наблюдениям на 1-м телескопе CAO РАН, (с) продольное магнитное поле B_l звезды.

лю разнополярные полюса своей магнитосферы. Оценка величины напряженности магнитного поля на этих полюсах составляет около 300 Гс [21], и такого поля достаточно [3], чтобы подавить внешнюю конвекцию в этих областях. В результате на полюсах магнитосферы WD 0009+501 образуются темные пятна, которые индуцируют фотометрическую переменность. На рис. 5 продемонстрированы фрагменты наиболее высокоточных фотометрических наблюдений звезды, иллюстрирующих сказанное. В настоящее время мы продолжаем наблюдения этого объекта в различных фильтрах, используя все перечисленные выше телескопы. Последние данные, полученные на индийском 1.3-м телескопе, так же говорят о регулярный характер переменности звезды.

Этот важный подтверждающий результат вдохновил нас на поиск новых сильномагнитных белых карликов с помощью комбинированных фотометрических и широкополосных поляриметрических исследований на телескопах КрАО. Первые такие наблюдения [22] сразу дали положительный результат. Был детектирован новый белый карлик WD 1748+708, имеющий значительную круговую поляризацию в спектре, и характер фотометрической переменности, предсказанный в работах [2, 3]. Наблюдения объекта продолжаются, краткий анализ уже имеющихся наблюдаемых величин представлен на рис. 6. Подробный анализ представлен в работе [22].

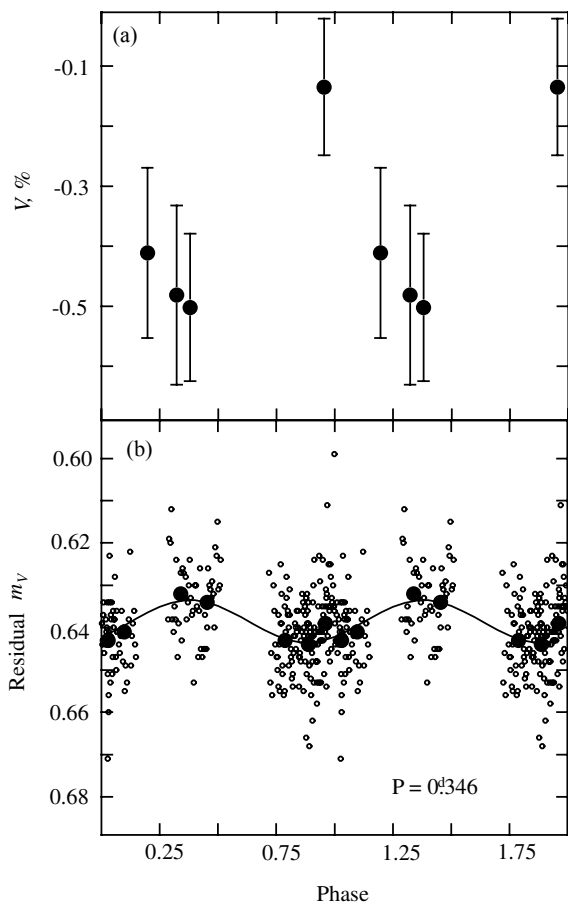


Рис. 6. Периодические изменения круговой поляризации в фильтре V (а) и потока в фильтре V (б) от WD 1748+708 в зависимости от фазы переменности с возможным периодом 8.3 часа. Черные кружки на нижнем рисунке иллюстрируют результаты усреднений данных фотометрических наблюдений в бинах шириной 0.1 фазы. Бары ошибок усреднений не превышают размеры радиусов кружков. Сплошная линия на нижней панели — результат синусоидальной аппроксимации данных наблюдений.

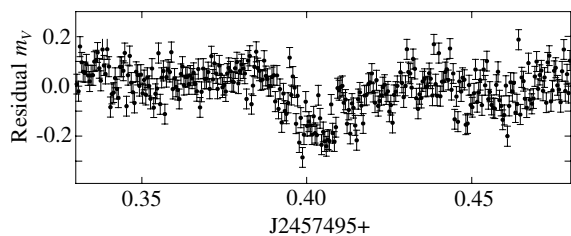


Рис. 7. Кривая блеска при транзите планетезимали у белого карлика WD 1145+017.

3.5. Другие белые карлики

В рамках программы проводятся наблюдения и других интересных белых карликов и горячих субкарликов как заподозренных на наличие у них крупномасштабных магнитных полей (см., напри-

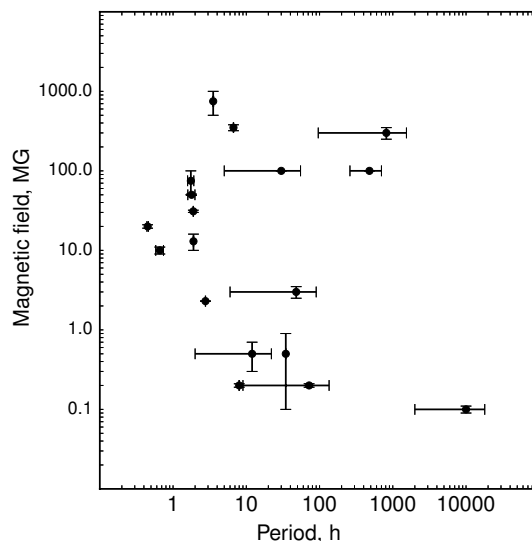


Рис. 8. Диаграмма «магнитное поле—период вращения». Периоды представлены в часах, для удобства сравнения с вариантом диаграммы, представленным на рис. 27 в [5].

мер, список в работе [23]), так и недавно открытых [24]. Также проводятся наблюдения и некоторых немагнитных, но интересных с других точек зрения, объектов. На рис. 7 приведен пример наблюдения транзита планетезимали у недавно открытого [25] белого карлика WD 1145+017 с разрушающейся планетой, находящейся на тесной орбите около него. Целью этих наблюдений является отслеживание эволюции орбит обломков планетезимали.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы представили промежуточные результаты фотометрических исследований магнитных белых карликов, которые проводятся нами на регулярной основе с 2012 г. По наблюдениям в полосе V у сильномагнитного белого карлика GRW + 70°8247 обнаружена переменность с вероятным периодом от нескольких дней до нескольких десятков дней, ее полуамплитуда составляет около 0^m04 . Переменность также обнаружена и у другого сильномагнитного белого карлика GD 229. Амплитуда переменности блеска этой вырожденной звезды составляет около 0^m005 , а возможный период находится в диапазоне 10–20 дней. Переменность наиболее вероятно связана с вращением этих звезд. Если это так, то обнаружение вращательно-модулированной переменности у этих двух звезд ставит под сомнение идею о существовании среди сильномагнитных белых карликов класса звезд с пекулярным вращением на временах менее одной минуты, либо сотен лет. До сих пор считалось,

что GRW + 70°8247 и GD 229 являются наиболее типичными представителями звезд этого класса.

Справочно представлены также результаты исследования других звезд программы. Наши наблюдения, проведенные и проанализированные на данный момент, позволяют дополнить диаграмму «магнитное поле—период вращения» [5, 7] и представить ее обновленный вариант (рис. 8). В отличие от предположения, сделанного в работе [7], по поводу существования среди белых карликов двух популяций — обычной и группы с пекулярным вращением — при анализе нового варианта диаграммы осмысленная связь между величиной поля и периодом не прослеживается. Учитывая факт обнаружения у двух звезд этой группы вполне обычных периодов вращения, мы предполагаем, что для обнаружения переменности нескольких других объектов, отнесенных к этой группе, надо проводить дополнительные наблюдения с более высоким уровнем точности. В итоговую диаграмму (рис. 8) мы их не включили.

Анализ наших исследований и работ других авторов позволил нам выработать стратегию дальнейших наблюдений — они будут проводиться с целью уточнения периодов и нахождения новых фотометрически переменных белых карликов.

БЛАГОДАРНОСТИ

Наблюдения проводились в рамках грантов РФФИ 15-02-05183 и 15-02-06178. Анализ данных выполнен при поддержке Российского научного фонда (проект № 14-50-00043, направление «Экзопланеты»). Наблюдения на 6-метровом телескопе БТА проводятся при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Соглашение № 14.619.21.0004, идентификатор проекта RFMEFI61914X0004).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. G. Valyavin, K. Antonyuk, S. Plachinda, et al., *Astrophys. J.* **734**, 17 (2011).
2. A. F. Valeev, K. A. Antonyuk, N. V. Pit, et al., *Astrophysical Bulletin* **70**, 318 (2015).

3. G. Valyavin, D. Shulyak, G. A. Wade, et al., *Nature* **515**, 88 (2014).
4. G. A. Wade, S. Bagnulo, T. Szeifert, et al., *ASP Conf. Ser.* **307**, 569 (2003).
5. C. S. Brinkworth, M. R. Burleigh, K. Lawrie, et al., *Astrophys. J.* **773**, 47 (2013).
6. D. T. Wickramasinghe, J. Farihi, C. A. Tout, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **404**, 1984 (2010).
7. G. D. Schmidt and J. E. Norsworthy, *Astrophys. J.* **366**, 270 (1991).
8. J. C. Kemp, J. B. Swedlund, J. D. Landstreet, and J. R. P. Angel, *Astrophys. J.* **161**, L77 (1970).
9. S. Jordan, *Astron. and Astrophys.* **265**, 570 (1992).
10. G. D. Schmidt, *Lecture Notes in Physics* **328**, pp. 305–313 (1989).
11. G. Valyavin and S. Fabrika, *ASP Conf. Ser.* **169**, 206 (1999).
12. S. Fabrika and G. Valyavin, *ASP Conf. Ser.* **169**, 214 (1999).
13. J. Laffer and T. D. Kinman, *Astrophys. J. Suppl.* **11**, 216 (1965).
14. J. D. Landstreet and J. R. P. Angel, *Astrophys. J.* **190**, L25 (1974).
15. A. V. Berdyugin and V. Pirola, *Astron. and Astrophys.* **352**, 619 (1999).
16. L. Ferrario, D. T. Wickramasinghe, J. Liebert, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **289**, 105 (1997).
17. J. L. Greenstein and J. K. McCarthy, *Astrophys. J.* **289**, 732 (1985).
18. C. S. Brinkworth, M. R. Burleigh, G. A. Wynn, and T. R. Marsh, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **348**, L33 (2004).
19. C. S. Brinkworth, T. R. Marsh, L. Morales-Rueda, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **357**, 333 (2005).
20. G. Valyavin, G. A. Wade, S. Bagnulo, et al., *Astrophys. J.* **683**, 466 (2008).
21. G. Valyavin, S. Bagnulo, D. Monin, et al., *Astron. and Astrophys.* **439**, 1099 (2005).
22. K. A. Antonyuk, S. V. Kolesnikov, N. V. Pit, et al., *Astrophysical Bulletin* **71**, 475 (2016).
23. G. Valyavin, S. Bagnulo, S. Fabrika, et al., *ASP Conf. Ser.* **358**, 413 (2006).
24. J. D. Landstreet, S. Bagnulo, A. Martin, and G. Valyavin, *Astron. and Astrophys.* **591**, A80 (2016).
25. A. Vanderburg, J. A. Johnson, S. Rappaport, et al., *Nature* **526**, 546 (2015).

Search for and Study of Photometric Variability in Magnetic White Dwarfs

A. F. Valeev, K. A. Antonyuk, N. V. Pit', A. S. Moskvitin, A. O. Grauzhanina, D. R. Gadelshin, S. V. Kolesnikov, E. A. Zhuzhulina, T. E. Burlakova, G. A. Galazutdinov, A. G. Gutaev, R. Ya. Zhuchkov, A. I. Ikhsanova, D. G. Zhukov, A. Joshi, J. C. Pandey, A. F. Kholtygin, and G. G. Valyavin

We report the results of photometric observations of a number of magnetic white dwarfs in order to search for photometric variability in these stars. These V -band observations revealed significant variability in the classical highly magnetized white dwarf GRW+70°8247 with a likely period from several days to several dozen days and a half-amplitude of about 0^m04 . Our observations also revealed the variability of the well-known white dwarf GD 229. The half amplitude of its photometric variability is equal to about 0^m005 , and the likely period of this degenerate star lies in the 10–20 day interval. This variability is most likely due to the rotation of the stars considered. We also discuss the peculiarities of the photometric variability in a number of other white dwarfs. We present the updated “magnetic field–rotation period” diagram for the white dwarfs.

Keywords: *white dwarfs—stars: magnetic field—planetary systems*