

УДК 524.35-337

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ СР-ЗВЕЗД, ВЫПОЛНЕННЫХ НА 6-М ТЕЛЕСКОПЕ.

### 1. НАБЛЮДЕНИЯ 2007 ГОДА<sup>1</sup>

© 2014 И. И. Романюк\*, Е. А. Семенко, Д. О. Кудрявцев

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, 369167 Россия

Поступила в редакцию 8 мая 2014 года; принята в печать 5 августа 2014 года

В работе представлены результаты измерения магнитных полей 39 химически пекулярных звезд и 3 нормальных звезд главной последовательности, взятых в качестве стандартов, по наблюдениям, полученным в 2007 г. на Основном звездном спектрографе 6-м телескопа. Зеемановские измерения для 8 звезд выполнены впервые. Анализ точности измерений продольного магнитного поля звезд подтверждает, что систематические ошибки не превышают 10–20 Гс и находятся в пределах указанных в работе ошибок измерений. Отсутствие значимых инструментальных отклонений следует из результатов измерения СР-звезд с хорошо известными кривыми переменности  $V_e$ .

Ключевые слова: *звёзды: магнитное поле — звёзды: химически пекулярные*

#### 1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящей работой мы открываем новый цикл публикаций, в которых будут представлены ежегодные отчеты о результатах измерения продольной составляющей магнитного поля химически пекулярных звезд по зеемановским спектрам, полученным на 6-м телескопе Специальной астрофизической обсерватории. В качестве начала отсчета был взят 2007 г., так как за год до этого была опубликована статья [3] с результатами наблюдений предыдущих нескольких лет. В ней были представлены измерения магнитных полей у 96 химически пекулярных звезд, из которых в 72 случаях присутствие поля обнаружено впервые. Результаты работы [3] существенно дополнили имеющуюся информацию о магнитных полях химически пекулярных (СР) звезд.

В 2008 г. нами опубликован каталог [4], который был призван собрать для последующего анализа все доступные сведения о магнетизме звезд, включая самые свежие данные. В каталоге представлены результаты всех собственных и доступных в литературе наблюдений на начало 2007 г.

В последующие годы мы регулярно публиковали результаты измерений магнитных полей отдельных объектов или групп объектов, включенных в программы наблюдений на БТА. При этом достаточно

много результатов остались неопубликованными, в частности, промежуточные результаты длительных мониторингов отдельных звезд с очень большими (годы и десятки лет) периодами вращения. Открываемый нами цикл работ позволит восполнить этот пробел.

В настоящей работе представлены все результаты измерений авторами магнитных полей СР-звезд, наблюдавшихся в 2007 г.

#### 2. СПЕКТРАЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ, ЕГО ОБРАБОТКА И МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ

Спектрополяриметрические наблюдения звезд в 2007 г. проводились на Основном звездном спектрографе (ОЗСП) 6-м телескопа БТА. Основной материал, результаты измерений которого представлены в настоящей статье, был получен по трем программам: «Новые магнитные звезды» (основной заявитель Д. О. Кудрявцев, САО РАН), «Избранные магнитные звезды» (основной заявитель И. И. Романюк, САО РАН) и «Геометрия магнитных полей СР-звезд» (основной заявитель G. A. Wade, Royal Military College, Canada). В названных программах авторы состояли среди заявителей или созаявителей наблюдательного времени. Полученные данные в настоящее время находятся в наблюдательном архиве телескопа БТА и не имеют ограничений на использование.

В 2007 г. использовалась следующая конфигурация приборов. Спектрограф ОЗСП был оснащен анализатором круговой поляризации, который

<sup>1</sup>Работа основана на анализе спектральных данных, полученных на 6-м телескопе БТА Специальной астрофизической обсерватории РАН.

\*E-mail: roman@sao.ru

представляет собой поворачивающуюся пластинку  $\lambda/4$ , дихроический поляризатор и двойной резатель изображения [5]. Более полное описание спектрографа находится на веб-странице прибора.<sup>2</sup> В качестве приемника на второй камере спектрографа в 2007 г. использовалась ПЗС-система на основе чипа E2V CCD 42-40, изготовленная в лаборатории перспективных разработок САО. Формат приемника  $2048 \times 2048$  элементов (размер элемента  $13.5 \text{ мкм}$ ) обеспечивал регистрацию спектров поляризованного излучения в диапазоне шириной  $250 \text{ \AA}$  за одну экспозицию со средним разрешением  $\lambda/\Delta\lambda \approx 14\,500$ . Специфика всего спектрального комплекса (пропускание оптических элементов, эффективность дифракционной решетки, квантовая эффективность ПЗС) во многом определили рабочую спектральную область. В большинстве наблюдений 2007 г. спектральный диапазон был центрирован на  $\lambda \approx 4550 \text{ \AA}$ . В отдельных случаях центр диапазона выбирался в области линии водорода  $H\beta$ .

Начальная обработка проводилась обычным для спектроскопии методом: снимки для калибровки двумерных данных включали в себя серию из не менее чем 10 кадров нулевой экспозиции (bias) и серию изображений «плоского поля». С целью привязки спектров к шкале длин волн использовалась лампа со спектром Th-Ag. Последовательность обработки спектров включала вычитание тока подложки ПЗС, вычитание рассеянного света, исправление неравномерной чувствительности ПЗС-приемника и построение дисперсионной кривой. Перевод спектров в шкалу длин волн производился в процессе экстракции одномерных спектров. Перед дальнейшим анализом все спектры были нормированы на уровень континуума, а шкала длин волн корректировалась за орбитальное движение Земли. Все перечисленные процедуры реализованы в виде контекста *Zeeman* [1, 2], написанного в САО РАН с использованием ESO MIDAS. Более подробно процесс обработки описан также в работе [3].

Каждый измеряемый спектр звезды в нашем случае представляет собой среднее двух спектров, сложенных соответствующим образом. Во время наблюдений для всех объектов регистрируется пара изображений спектра при двух ортогональных положениях фазовой пластинки  $\lambda/4$ , для чего пластинка поворачивается на угол  $90^\circ$ , чем обеспечивается обращение направления поляризации излучения, спектр которого регистрируется на одних и тех же элементах ПЗС-приемника.

Усреднением спектров можно добиться устранения инструментальной поляризации, которая

имеет противоположные знаки в парных спектрах. Однако, для контроля в течение ночи обязательно наблюдается также набор звезд-стандартов, которые можно разделить на две группы. Звезды без магнитного поля (в пределах точности нашего метода) служат для контроля инструментальных эффектов, которые могут оставаться даже после усреднения спектров по методу, описанному выше. Как правило, к этой группе стандартов относятся холодные звезды спектральных классов F–K. Обилие линий в их спектрах позволяет достичь формальной точности измерения  $B_e$  в несколько гаусс, и тем самым выявлять возможные инструментальные искажения на таком уровне точности. Другая группа стандартов включает небольшое число CP-звезд, для которых надежно определены кривая переменной продольной компоненты поля или (в случае  $\gamma \text{ Equ}$  — звезды с периодом вращения превышающим 80 лет) знак и величина поля в момент наблюдений. Назначение стандартов магнитного поля — контроль ориентации поляризационной оптики спектрографа, привязка положения фазовой пластинки к направлению поляризации излучения в спектрах.

Измерение зеэмановских спектров с целью оценки величины продольной составляющей магнитного поля CP-звезд в 2007 г. проводилось исключительно позиционным методом. В этом методе сравниваются положения одних и тех же линий в спектрах циркулярно-поляризованного в противоположных направлениях излучения. Измерив положение линии с фактором Ланде  $g_l$  в спектрах с правой ( $\lambda_{RCP}$ ) и левой ( $\lambda_{LCP}$ ) ориентациями вращения, через выражение

$$(\lambda_{RCP} - \lambda_{LCP}) = 9.34 \times 10^{-13} \lambda_0^2 g_l B_e$$

можно получить искомую характеристику магнитного поля звезды. Через  $\lambda_0$  обозначено «несмещенное» положение спектральной линии. Вообще говоря, за положение спектральной линии можно принять несколько величин. Классический метод, реализованный еще Г. Бэбкоком, предполагал использование центра тяжести линии в качестве такой характеристики. Результаты настоящей работы получены таким образом, что за положение спектральной линии принята длина волны центра (минимума) функции Гаусса, которой аппроксимируется профиль. Разный подход к определению положения линий в случае высокого отношения сигнала к шуму в спектрах, незначительного блендирования и большого количества измеряемых линий практически не сказывается на результате. Многолетние наблюдения магнитных звезд на 6-м телескопе и измерение их спектров по описанной методике подтверждают высокую надежность результатов. В исключительных случаях использование аппроксимирующей функции для определения положения

<sup>2</sup><http://www.sao.ru/hq/lizm/mss/en/index.html>

спектральных линий приводит к снижению точности результатов и иногда — к небольшому их отклонению от истинных.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

За шесть ночей наблюдений в 2007 г. по пересчитанным ранее программам было получено 60 зеемановских спектров для 42 звезд. Результаты измерения продольного магнитного поля этих звезд представлены в таблице 1. Объекты в таблице расположены в порядке возрастания номеров в каталоге HD. Кроме того, таблица содержит сведения о моменте времени на середину экспозиции (JD), отношении сигнал/шум спектров ( $S/N$ ) и значении  $B_e$  с ошибкой измерения. Звезды-стандарты без магнитного поля обозначены дополнительно через «\*», с магнитным полем — через «\*\*».

### 4. КОММЕНТАРИИ К ОТДЕЛЬНЫМ ЗВЕЗДАМ

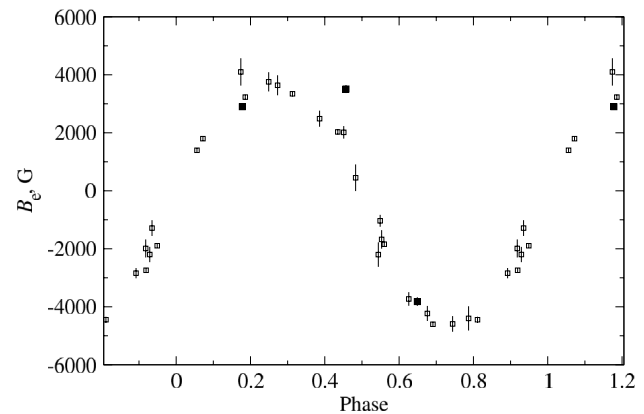
В данном разделе мы прокомментируем отдельные результаты измерений магнитного поля звезд. В случае, когда данных о магнитном поле достаточно для каких-либо выводов, представим по ним более обширную информацию.

#### 4.1. Немагнитные звезды-стандарты

$$HD\ 71369 = o\ UMa = HR\ 3323$$

Яркая звезда спектрального класса G5. Крупномасштабного поля у нее не выявлено, поэтому звезда в течение нескольких десятилетий используется в наблюдениях на 6-м телескопе в качестве стандарта «нуля». Блеск звезды и наличие множества узких линий в спектре позволяют выполнять магнитные измерения в ее спектре с высокой точностью. Измерения спектров этой звезды, как и остальных немагнитных стандартов в нашей работе, показывают отсутствие инструментальных смещений величиной более 20 Гс. Однако мы сознательно занизили точность измерений на  $2-3\sigma$ , установив нижней границей 50 Гс, с целью учета возможных эффектов, связанных с условиями наблюдений (ошибки гидирования, погодные условия и т.п.).

Три измерения 2007 г. показывают с высокой точностью ( $\sigma \sim 5$  Гс), что в наших наблюдениях в пределах ошибок измерения не было инструментальных искажений.



**Рис. 1.** Кривая изменения продольного магнитного поля  $B_e$  звезды 53 Cam с периодом из работы [6]. Незакрашенные символы — данные из работ [6] и [7]. Черными закрашенными символами нанесены наши измерения поля в 2007 г.

$$HD\ 158974 = HIP\ 85715 = HR\ 6528$$

HD 158974 — звезда спектрального класса G8, которая много лет используется нами как стандарт «нуля» магнитного поля. Многократные измерения надежно продемонстрировали отсутствие у нее крупномасштабного магнитного поля. Измерение одного спектра в 2007 г. дает продольное поле  $B_e = -20 \pm 50$  Гс, что подтверждает отсутствие в ночь наблюдений инструментальных искажений, способных привести к появлению ложных полей.

$$HD\ 169191 = HIP\ 90067 = HR\ 6885$$

Эта звезда спектрального класса K3 была использована в качестве стандарта нулевого магнитного поля. Одно наблюдение 2007 г. дает значение  $B_e = -15 \pm 50$  Гс.

#### 4.2. Магнитные звезды-стандарты

$$HD\ 65339 = 53\ Cam = HIP\ 39261$$

53 Cam — одна из самых исследованных магнитных CP-звезд. Более чем за полвека изучения магнитного поля звезды, начиная с первых работ Бэбкока, на разных телескопах мира разными методами были получены сотни индивидуальных измерений продольного поля  $B_e$ . Хотя фазовая кривая  $B_e$ , построенная по линиям водорода, больше похожа на синусоиду, чем та, что получается по линиям металлов, 53 Cam является одним из лучших стандартов магнитного поля, наблюдающихся на 6-м телескопе для контроля аппаратуры.

На рис. 1 незакрашенными символами изображены индивидуальные измерения  $B_e$  из работ [6]

Таблица 1. Результаты измерений магнитных полей в 2007 г. Пояснения см. в тексте

Звезда	JD 2454000+	$S/N$	$B_e \pm \sigma$	Звезда	JD 2454000+	$S/N$	$B_e \pm \sigma$
HD 965	402.285	300	$+530 \pm 50$	HD 116114	110.583	250	$-2020 \pm 80$
HD 6757	162.268	300	$+2840 \pm 100$		162.431	400	$-1930 \pm 70$
HD 9996	162.275	350	$+580 \pm 50$	HD 119027	162.506	200	$+930 \pm 60$
HD 18078	162.287	250	$+650 \pm 50$	HD 130559	162.546	600	$-290 \pm 50$
HD 20135	162.257	300	$-90 \pm 90$	HD 134214	110.642	300	$-790 \pm 60$
HD 23924	402.416	400	$+180 \pm 80$		162.557	200	$-870 \pm 50$
HD 29009	110.372	600	$-460 \pm 220$	HD 137949	162.562	200	$+1830 \pm 60$
	401.546	700	$-590 \pm 150$	HD 142070	110.600	300	$+250 \pm 50$
	402.390	500	$-890 \pm 240$		162.573	300	$-350 \pm 50$
HD 37470	110.422	400	$-230 \pm 160$		338.275	300	$-250 \pm 50$
	402.556	500	$+100 \pm 120$	HD 152107**	338.244	1000	$+1110 \pm 50$
HD 42605	110.443	500	$-130 \pm 50$	HD 158974*	338.273	600	$-20 \pm 50$
HD 45583	110.425	600	$+3350 \pm 230$	HD 161321	162.600	500	$-50 \pm 50$
	162.320	500	$+1480 \pm 360$	HD 165474	162.590	400	$-230 \pm 50$
HD 50169	162.346	250	$-1020 \pm 50$		338.273	500	$+320 \pm 50$
HD 55755	110.458	220	$-3280 \pm 140$	HD 169191*	403.133	600	$-15 \pm 50$
HD 65339**	110.358	600	$+2900 \pm 100$	HD 170565	403.154	600	$+300 \pm 110$
	162.297	500	$-3820 \pm 150$	HD 178892	338.313	400	$+2350 \pm 170$
	401.562	600	$+3510 \pm 140$	HD 193722	402.323	400	$-270 \pm 150$
HD 71369*	110.362	1300	$-2 \pm 50$	HD 199180	402.302	300	$-10 \pm 50$
	162.304	1000	$0 \pm 50$		403.175	400	$+90 \pm 50$
	401.531	1400	$+1 \pm 50$	HD 201174	403.233	300	$+1830 \pm 70$
HD 72295	162.379	300	$-60 \pm 130$	HD 201601**	402.295	800	$-1000 \pm 50$
HD 106999	162.458	350	$-200 \pm 70$		403.129	900	$-980 \pm 50$
HD 107000	110.558	350	$+260 \pm 50$	HD 221936	110.281	400	$-1430 \pm 170$
	162.422	500	$-10 \pm 50$		402.412	400	$-2170 \pm 180$
HD 108283	162.443	600	$+200 \pm 140$		403.263	600	$+890 \pm 240$
HD 108945	162.446	600	$-500 \pm 130$	HD 227695	403.158	300	$+150 \pm 160$
HD 109030	162.440	400	$-20 \pm 170$	BD +00°1659	110.512	250	$+160 \pm 130$
HD 110066	110.573	400	$-110 \pm 50$	BD +41°43	110.330	250	$-220 \pm 110$
	162.431	400	$-120 \pm 50$				

и [7], и закрашенными символами — наши собственные результаты 2007 г. Фаза периода вращения была рассчитана по эфемериде

$$JD = 2448498.186 + 8^d.02681 E$$

из работы [6].

Видно, что значения  $B_e$ , полученные другими исследователями, хорошо согласуются с нашими измерениями. Некоторое рассогласование может объясняться различиями в методах измерения продольного поля. Наши измерения выполнены по линиям металлов позиционным методом, близким по сути к тому, что использовался для анализа фотографических наблюдений. Ранние фотографические работы (напр., [8, 9]) показывают широкий положительный экстремум продольного поля 53 Cam и узкий отрицательный. Таким образом, существование отмеченных различий вызвано не ошибками измерений, а реальными физическими причинами: разным набором использованных линий и разницей в способах определения их положения.

$$HD 152107 = 52 Her = HIP 82321$$

Звезда 52 Her — одна из ярчайших СР-звезд, была открыта как магнитная Г. Бэбкоком [9]. Многочисленные измерения продольного поля показывают, что  $B_e$  меняется от 500 до 2000 Гс [4], т.е. полярность магнитного поля постоянна. Это во многом и определило использование звезды в качестве стандарта в наших наблюдениях. Фотометрический, спектральный и магнитный периоды переменности имеют одинаковую величину  $P = 3^d.8575$ .

Одно наблюдение звезды в 2007 г. показало присутствие поля  $B_e = 1110 \pm 50$  Гс.

$$HD 201601 = \gamma Equ = HIP 104521$$

Одна из наиболее известных магнитных СР-звезд. Первые измерения ее магнитного поля были выполнены Г. Бэбкоком [9]. Продольное поле звезды в тот период имело положительную полярность. Уникальность звезды заключается в ее медленном вращении. По современным оценкам, период вращения  $\gamma Equ$  составляет около 80 лет. В нашей работе 2008 г. [4] пределы значений продольного поля указаны как  $-1100$  Гс и  $+600$  Гс. Из-за очень медленных изменений  $B_e$  звезда часто используется в наблюдениях в качестве стандарта поля для контроля и стандартизации результатов измерений. Два наших измерения продольного поля в 2007 г. ( $-1000 \pm 50$  Гс и  $-980 \pm 50$  Гс) свидетельствуют о том, что отрицательный экстремум пройден примерно в 2005 г. (положительный был зарегистрирован Бэбкоком около 1950 г.). Мы не исключаем, что период вращения звезды может оказаться еще больше — около 100 лет.

#### 4.3. СР-звезды, у которых в наблюдениях 2007 года зарегистрировано магнитное поле

$$HD 965 = HIP 1127 = Renson 160$$

Мониторинг этой SrCrEu звезды спектрального класса A8p на 6-м телескопе начался в 2000 г., когда нами было обнаружено продольное магнитное поле  $-430$  Гс. Продольный компонент поля меняется от  $-400$  до  $+600$  Гс.

В статье [10] наряду с историей исследований звезды показано также, что период ее вращения должен быть несколько лет. В 2007 г. продольный компонент поля перестал увеличиваться в сторону положительного экстремума, указывая на то, что предельное значение поля достигнуто и составляет  $+600$  Гс. Это значит, что реальный период вращения HD 965 составляет не менее 12–13 лет. Эти сведения важны, поскольку указывают на то, что звезды с очень большими периодами вращения не являются уникальными объектами, сформировавшимися в каких-то особых условиях. А тот факт, что такие звезды обладают сильными крупномасштабными полями, является мощным аргументом в пользу теории реликтового происхождения их магнетизма.

Магнитный и спектральный мониторинг звезды продолжается и в настоящее время.

$$HD 6757A = HIP 5385 = Renson 1750$$

Эта химически пекулярная звезда спектрального класса A0 с типом пекулярности CrEuSi имеет сильную депрессию на  $\lambda 5200 \text{ \AA}$  и входит в состав, как минимум, тройной системы. Компонент В (слабее на  $1^m5$ ) находится на расстоянии  $0'6$ , а компонент С (слабее на  $4^m$ ) — на угловом расстоянии  $15''$ . Период обращения спутника В — не менее нескольких десятков лет.

Принадлежность HD 6757 к группе магнитных звезд была установлена в CAO [3]. Экстремумы продольного магнитного поля достигают  $+2300$  Гс и  $+2900$  Гс. Период переменности все еще не найден, но были получены указания на то, что его значение может превосходить  $100^d$ . Единственное измерение 2007 г. ( $B_e = +2840 \pm 100$  Гс) укладывается в указанные пределы. Мониторинг этой звезды продолжается.

$$HD 9996 = HIP 7651 = Renson 2470$$

Сильное магнитное поле у этой СР-звезды было обнаружено Бэбкоком [9]. Дальнейшее изучение показало, что звезда является спектрально-двойной с периодом обращения  $273^d$  и периодом вращения от 21 до 24 лет [11, 12]. Продольное магнитное поле звезды меняется от  $-1700$  Гс до  $+600$  Гс [4]. В момент наблюдения звезды в 2007 г. величина  $B_e = +580 \pm 50$  Гс была близка к положительному экстремуму.

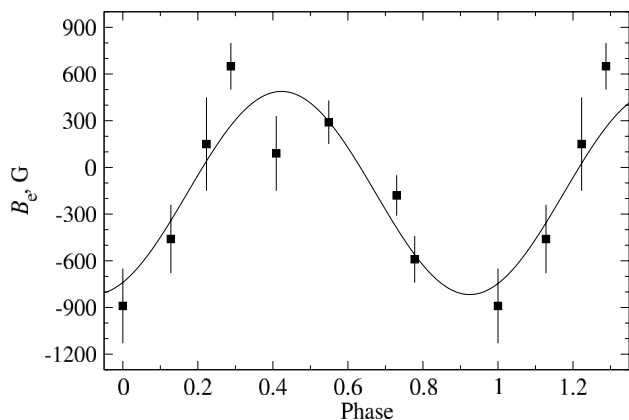


Рис. 2. Кривая изменения продольного магнитного поля  $B_e$  звезды HD 29009 с периодом вращения  $P = 3^d.79878$ .

*HD 18078 = HIP 13712 = Renson 4500*

Химически пекулярная звезда спектрального класса A0 с аномалиями типа SrCg является объектом мониторинга на 6-м телескопе САО с 2000 г. по предложению Г. Вэйда. Цель этих наблюдений — поиск периода вращения и проверка предположения о его большой величине.

Экстремумы продольного поля звезды равны  $-850$  и  $+1200$  Гс [4]. Наблюдения 2007 г. показали, что поле  $B_e$  в тот момент времени было равно  $+650 \pm 50$  Гс. С учетом этой величины можно ожидать, что период вращения звезды составляет около  $1400^d$ . Наблюдения в дальнейшем были продолжены.

*HD 29009 = HIP 21278 AB = Renson 7420*

Очень яркая звезда спектрального класса B9 Si в составе двойной системы ADS 3305. Благодаря наличию в непрерывном спектре сильной депрессии на длине волны  $5200 \text{ \AA}$ , звезда была ранее включена в программу поиска магнитных полей [3]. Наблюдения 2007 г. позволили расширить экстремумы продольного поля до  $-600$  Гс и  $+900$  Гс в сравнении с ранее известными значениями [4].

Таблица 2. Результаты мониторинга продольного магнитного поля звезды HD 29009, полученные в на телескопе БТА в 2005–2007 гг.

JD 2450000+	$B_e \pm \sigma$	JD 2450000+	$B_e \pm \sigma$
3666.523	$+650 \pm 150$	4040.479	$-180 \pm 130$
3667.512	$+290 \pm 140$	4110.372	$-460 \pm 220$
3719.458	$+150 \pm 300$	4401.546	$-590 \pm 150$
4016.470	$+90 \pm 240$	4402.390	$+890 \pm 240$

Проанализировав имеющиеся данные о продольном магнитном поле звезды, мы определили период ее вращения  $P = 3^d.79878$ . Рисунок 2 дает представление о характере переменности магнитного поля. В таблице 2 содержатся отдельные измерения.

*HD 45583 = HIP 30789 = Renson 12120*

Звезда спектрального класса B9 Si ранее уже была нами изучена детально [13]. Одна из немногих звезд с явно несинусоидальной кривой переменности продольного поля. Магнитному полю этого объекта посвящено несколько публикаций. Из последних выделим работу [14], в которой исследуется вертикальная структура магнитного поля звезды.

В 2007 г. нами выполнено два измерения продольного поля. Наблюдения продолжаются и по настоящий момент.

*HD 50169 = HIP 32965 = Renson 13700*

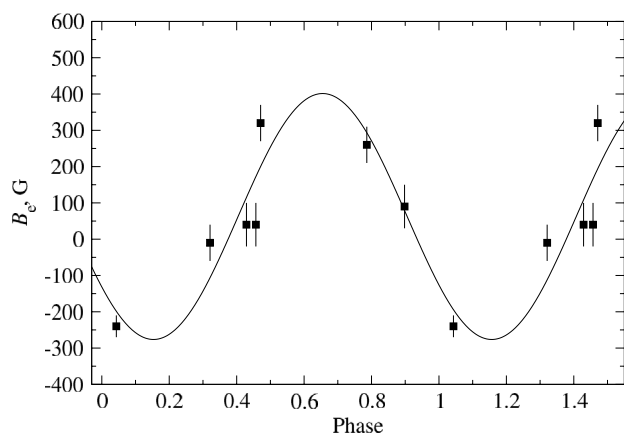
Звезда с узкими спектральными линиями была включена в программу наблюдений на 6-м телескопе по предложению Г. Вэйда как кандидат в объекты с очень большим периодом вращения. Известно, что продольное поле звезды меняется от  $-1500$  Гс до  $+2000$  Гс [4]. В 2007 г. мы получили значение  $B_e = -1020 \pm 50$  Гс.

В положительном экстремуме звезду наблюдал Бэбкок в 1956 г., а отрицательный экстремум поля был достигнут в 2003–2004 гг. По мнению Матиса [15], период должен существенно превосходить 8 лет. В работе [16] приводится вероятное значение периода  $P = 1200^d$  со ссылкой на более раннюю работу [17].

Нам представляется, что за полвека наблюдения звезда совершила 1.5 оборота, и реальный период вращения объекта составляет 30–40 лет. Наш мониторинг, длящийся с 2002 г., показывает, что за 5 лет звезда повернулась не более, чем на  $1/3$  периода, скорее, существенно меньше. То есть период превышает 15 лет. В согласии с этим предположением находится одно измерение из работы Матиса и Хубриг [18] (JD 2449026.637,  $B_e = +1300$  Гс), выполненное на 14 лет раньше нашего. Другой знак поля может означать, что с того момента прошло 0.5 периода ее вращения. Наблюдения HD 50169 на БТА продолжаются по настоящее время.

*HD 55755 = HIP 34951 = NGC 2353-4*

В 2007 г. у звезды нами впервые было обнаружено сильное продольное поле  $B_e = -3280 \pm 140$  Гс. Дальнейшие наблюдения этот факт подтвердили. Данный объект спектрального класса B8 Si входит в число звезд рассеянного скопления NGC 2353.



**Рис. 3.** Кривая изменения продольного магнитного поля  $B_e$  звезды HD 107000, построенная с периодом вращения  $P = 2^{\text{d}}4083$  по нашим результатам измерения  $B_e$ .

*HD 107000 = HIP 59998 = Renson 30960*

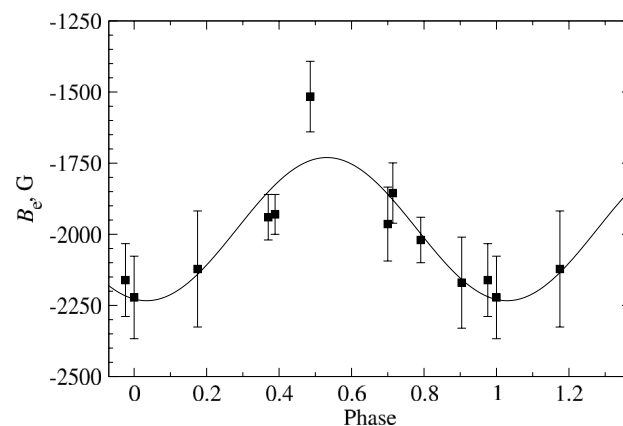
Магнитное поле у этой звезды спектрального класса A2 с усиленными линиями стронция было нами обнаружено на 6-м телескопе. Продольная составляющая поля меняется от  $-240$  Гс до  $+320$  Гс. В работе [19] сообщалось об обнаружении фотометрической переменности звезды с периодом  $2^{\text{d}}8187$ . Наши данные о магнитном поле звезды не согласуются с указанным значением периода. Мы оцениваем период вращения звезды в  $2^{\text{d}}4083$ . Рисунок 3 построен исходя именно из такого предположения. Индивидуальные измерения  $B_e$ , полученные в ходе мониторинга в 2004–2007 гг., представлены в таблице 3.

*HD 108945 = HR 4766 = HIP 61071 =  
Renson 31610 = 21 Com*

Яркая звезда спектрального класса A3r с типом пекулярности SrCr является членом старого рассеянного звездного скопления Coma. Одно значение  $B_e$ , полученное нами в 2007 г., несколько расширяет пределы изменения продольного поля, которые указаны в каталоге [4] ( $-350$  Гс и  $+440$  Гс). Присутствие поля у этой звезды было заподозрено в работе [20]. Позже Хубриг и др. [21] успешно обнаружили продольное поле небольшой величины (MJD 2453015.335,  $B_e = -347 \pm 51$  Гс). Орьер и др. [22] по итогам 13 наблюдений только в 3 случаях смогли получить указание на поле, отличное от нуля. Наш результат 2007 г. подтверждает, что у звезды магнитное поле имеется.

*HD 116114 = HIP 65203 = Renson 33530*

Холодная (спектральный класс A0) химически пекулярная звезда с аномалиями содержания SrCrEu. Включена в программу наблюдений на



**Рис. 4.** Кривая изменения продольного магнитного поля  $B_e$  звезды HD 116114, построенная в предположении о величине периода вращения  $P = 4^{\text{d}}1156$  (по нашим результатам измерения  $B_e$ .)

БТА по предложению Г. Вэйда как кандидат в долгопериодические магнитные звезды.

Поверхностное поле  $B_s$  величиной порядка 6 кГс было найдено Матисом и др. [23]. Известно, что продольное поле звезды меняется в незначительных пределах от  $-2200$  Гс до  $-1800$  Гс. Два значения  $B_e$  2007 г. ( $-2020 \pm 80$  Гс и  $-1930 \pm 70$  Гс) находятся в указанных пределах.

В работе [19] указаны два возможных значения периода фотометрической переменности  $P_1 = 27^{\text{d}}6$  и  $P_2 = 5^{\text{d}}3832$ . Результаты длительного мониторинга продольного магнитного поля звезды на 6-м телескопе БТА и характер его переменности не согласуются ни с одним из них. Наиболее приемлемым образом изменение  $B_e$  удастся описать, если принять значение  $P = 4^{\text{d}}1156$  (рис. 4, таблица 4).

*HD 119027 = Renson 34370*

Слабая звезда  $V = 9^{\text{m}}92$  представляет собой хорошо известный объект с быстрыми пульсациями блеска (гоAp). В 2007 г. нами впервые было измерено ее продольное поле:  $B_e = +930 \pm 60$  Гс.

**Таблица 3.** Результаты мониторинга продольного магнитного поля звезды HD 107000, полученные на телескопе БТА в 2004–2007 гг.

JD 2450000+	$B_e \pm \sigma$	JD 2450000+	$B_e \pm \sigma$
3365.635	$320 \pm 50$	3784.579	$40 \pm 60$
3395.564	$90 \pm 60$	4110.558	$260 \pm 50$
3718.625	$-240 \pm 30$	4162.422	$-10 \pm 50$
3719.622	$40 \pm 60$		

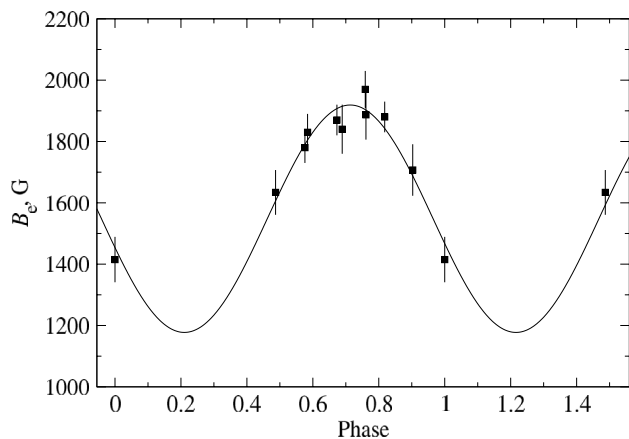


Рис. 5. Кривая изменения продольного магнитного поля  $B_e$  звезды HD 137949, построенная с периодом вращения  $P = 7^{\text{d}}0187$  по нашим результатам измерения  $B_e$ .

$$HD\ 130559 = \mu\ Lib\ A = HIP\ 72489 = \\ Renson\ 37160$$

Согласно работе [9], продольное магнитное поле звезды меняется в пределах от  $-1300$  Гс до  $-200$  Гс. В единственном наблюдении объекта в 2007 г. мы получили значение  $B_e = -290 \pm 50$  Гс. Странно, что в литературе практически нет свежих измерений магнитного поля этой звезды, выполненных другими авторами. Между тем,  $\mu$  Lib — одна из двух известных в настоящее время визуально-двойных звезд, у которых оба компонента являются химически пекулярными и с магнитным полем. Компаньон  $\mu$  Lib B ( $V = 6^{\text{m}}3$ , Абр) находится на угловом расстоянии  $1''6$ . Таким образом, это одна из немногих звезд, где могут быть получены зеемановские спектры у второго компонента. Исследование магнитного поля двойной системы было продолжено в последующие годы.

$$HD\ 134214 = HIP\ 74145 = Renson\ 38100$$

По предложению Г. Вэйда эта холодная химически пекулярная звезда (F2p SrCrEu) была включена в

Таблица 4. Результаты мониторинга продольного магнитного поля звезды HD 116114, полученные на телескопе БТА в 1999–2007 гг.

JD 2450000+	$B_e \pm \sigma$	JD 2450000+	$B_e \pm \sigma$
1239.475	$-2122 \pm 200$	2333.504	$-2222 \pm 150$
1275.400	$-2170 \pm 160$	2661.576	$-1855 \pm 110$
1685.239	$-1516 \pm 120$	3096.412	$-1940 \pm 80$
1686.122	$-1964 \pm 130$	4110.583	$-2020 \pm 80$
1687.254	$-2161 \pm 130$	4162.431	$-1930 \pm 70$

программу наблюдений на БТА в качестве кандидата в долгопериодические звезды.

В каталоге [4] указаны пределы изменения продольного поля: от  $-800$  до  $-200$  Гс. В ходе мониторинга звезды на БТА с 1999 г. продольный компонент поля в наших измерениях колеблется между  $-700$  и  $-900$  Гс. Два измерения 2007 г. ( $B_e = -790 \pm 60$  Гс и  $-870 \pm 50$  Гс также заключены в этих пределах. Указанный результат находится в противоречии с более старыми данными [23], где сообщается о других значениях экстремумов  $B_e$ :  $-200$  и  $-600$  Гс.

Вопрос о возможном периоде вращения пока не решен. В литературе можно встретить как значение  $P = 4^{\text{d}}1456$  [24], так и существенно большее —  $248^{\text{d}}$  [25].

$$HD\ 137949 = HIP\ 75848 = Renson\ 39240$$

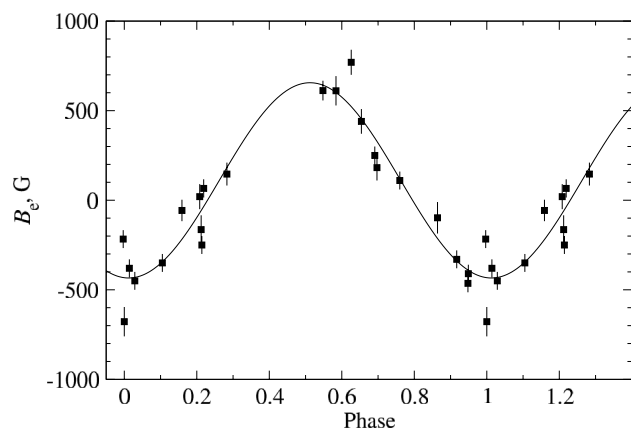
Одна из самых холодных CP-звезд с необычно сильными линиями Sr. По данным литературных источников, продольное магнитное поле звезды меняется от  $+980$  Гс до  $+1920$  Гс. Но наши измерения, проводимые с 2002 г., показывают, что поле  $B_e$  звезды имеет среднюю величину  $+1800$  Гс с небольшими отклонениями от указанного значения. Одно значение  $B_e$  2007 г. ( $+1830 \pm 60$  Гс) также на это указывает.

Измерения поверхностного поля звезды, выполнявшиеся Матисом и др. [23] на протяжении 4.5 лет, не выявили какой-либо переменности. В связи с этим в литературе ведется дискуссия о том, чем на самом деле является HD 137949: звездой с очень длинным периодом (порядка 80 лет, наподобие  $\gamma$  Equ) или объектом, видимым строго со стороны положительного магнитного полюса. Надо заметить, что имеются данные о слабой фотометрической переменности с элементами  $MJD = 2454379.311 + 4.8511 E$  [19]. Наши результаты измерения продольного поля звезды в период 1999–2007 гг. не показывают заметные изменения с указанным периодом. В то же время переменность магнитного поля звезды можно описать гармонической функцией с периодом  $P = 7^{\text{d}}0187$  (рис. 5, таблица 5).

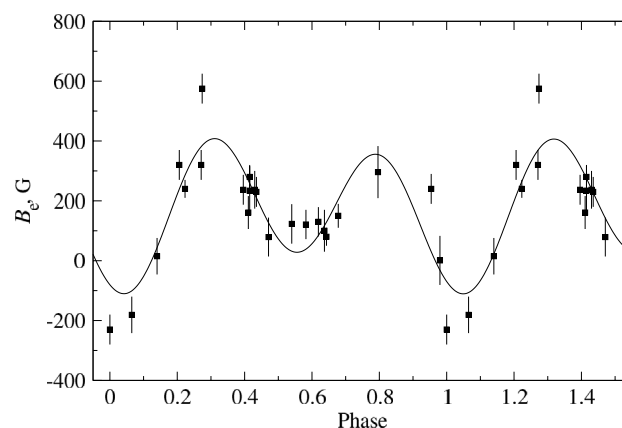
$$HD\ 142070 = HIP\ 77752 = Renson\ 40330$$

Холодная Ap-звезда типа SrCrEu предложена для наблюдений на 6-м телескопе Г. Вэйдом. Мониторинг объекта нами проводится с 1999 г. В каталоге [4] указаны пределы изменения продольного поля звезды:  $-700$  Гс и  $+600$  Гс. Три наблюдения звезды в 2007 г. показали наличие поля  $B_e$  величиной  $+250 \pm 50$  Гс,  $-350 \pm 50$  Гс и  $-250 \pm 50$  Гс. В результате мониторинга нами было накоплено достаточно данных для построения кривой переменности продольного поля. Наилучшее согласие достигается, если принять период вращения равным  $3^{\text{d}}3719$  (рис. 6, таблица 6).





**Рис. 6.** Кривая изменения продольного магнитного поля  $B_e$  звезды HD 142070, построенная с периодом вращения  $P = 3^{\text{д}}3719$  по результатам мониторинга на 6-м телескопе в 1999–2007 гг.



**Рис. 7.** Кривая изменения продольного магнитного поля  $B_e$  звезды HD 165474, построенная с периодом вращения  $P = 24^{\text{д}}38$  по результатам наблюдений на БТА.

### HD 165474 = Renson 46650

Известная двойная звезда с магнитным полем, пределы изменения которого  $-100$  Гс и  $+900$  Гс [4]. Второй компонент примерно той же яркости. Звезда была включена в программу наблюдений по предложению Г. Вэйда в качестве кандидата в долгопериодические звезды. Мониторинг звезды нами выполняется с 2000 г. Два значения продольного поля в 2007 г. подтверждают наличие слабого поля. До сих пор неизвестно точно значение периода вращения звезды. В литературе встречается как короткий период  $2^{\text{д}}54065$  [23] в качестве возможного, так и более длинный —  $23^{\text{д}}38$ . Ни один из них не может полностью описать характер переменности продольного поля звезды. Исходя из результатов анализа наших измерений  $B_e$ , накопленных за время наблюдения, мы предлагаем еще одно значение:  $P = 24^{\text{д}}38$ . Интересно, что в этом случае кривая переменности имеет вид «двойной волны» (рис. 7, таблица 7). Причина этого явления может заключаться в сложной геометрии поля или в возможном влиянии более близкого компонента.

**Таблица 5.** Результаты мониторинга продольного магнитного поля звезды HD 137949, полученные на телескопе БТА в 2002–2007 гг.

JD 2450000+	$B_e \pm \sigma$	JD 2450000+	$B_e \pm \sigma$
2333.598	$1415 \pm 70$	3490.405	$1880 \pm 50$
2807.269	$1634 \pm 70$	3811.570	$1780 \pm 50$
2830.250	$1887 \pm 80$	3875.417	$1870 \pm 50$
2831.242	$1707 \pm 80$	3953.227	$1970 \pm 60$
3096.454	$1840 \pm 80$	4162.562	$1830 \pm 60$

### HD 178892 = HIP 94155 = Renson 49740

SrCrEu звезда с рекордно сильным для холодных звезд магнитным полем [3, 26, 27]. Измерение одного спектра, полученного в 2007 г., показало наличие продольного поля величиной  $+2350 \pm 170$  Гс, что находится в пределах изменения поля от  $+2100$  до  $+7200$  Гс [4]. В последующие годы мониторинг магнитного поля звезды был продолжен.

### HD 201174 = HIP 104170 = Renson 56130

На момент наблюдения в 2007 г. было только одно измерение магнитного поля звезды ( $B_e = +$

**Таблица 6.** Результаты мониторинга продольного магнитного поля звезды HD 142070, полученные на телескопе БТА в 1999–2007 гг.

JD 2450000+	$B_e \pm \sigma$	JD 2450000+	$B_e \pm \sigma$
1239.558	$-164 \pm 80$	2831.300	$146 \pm 60$
1275.475	$-98 \pm 90$	3096.442	$-330 \pm 50$
1682.523	$611 \pm 80$	3097.421	$20 \pm 70$
1686.275	$182 \pm 70$	3274.167	$770 \pm 70$
1687.296	$-678 \pm 80$	3490.417	$110 \pm 50$
2333.520	$440 \pm 70$	3811.595	$-380 \pm 50$
2417.458	$612 \pm 60$	3875.442	$-410 \pm 50$
2688.554	$-464 \pm 50$	3953.263	$-450 \pm 50$
2689.468	$66 \pm 50$	4110.600	$250 \pm 50$
2807.280	$-57 \pm 60$	4162.573	$-350 \pm 50$
2830.335	$-217 \pm 50$	4338.275	$-250 \pm 50$

**Таблица 7.** Результаты мониторинга продольного магнитного поля звезды HD 165474, полученные на телескопе БТА в 2000–2007 гг.

JD 2450000+	$B_e \pm \sigma$	JD 2450000+	$B_e \pm \sigma$
1682.512	$575 \pm 50$	2831.338	$237 \pm 50$
1686.313	$237 \pm 60$	3096.478	$320 \pm 50$
1687.312	$79 \pm 70$	3490.555	$230 \pm 50$
1768.385	$296 \pm 90$	3666.148	$100 \pm 70$
1799.321	$181 \pm 60$	3667.137	$150 \pm 40$
2191.235	$15 \pm 60$	3812.569	$80 \pm 30$
2333.593	$1 \pm 80$	3875.455	$240 \pm 30$
2417.356	$234 \pm 80$	3953.280	$280 \pm 40$
2688.583	$123 \pm 70$	4015.190	$240 \pm 50$
2689.600	$121 \pm 50$	4162.590	$230 \pm 50$
2807.335	$161 \pm 60$	4338.273	$320 \pm 50$
2812.392	$130 \pm 50$		

+1780 [4]). Результат 2007 г. ( $B_e = +1830 \pm 70$  Гс) подтверждает наличие сильного магнитного поля.

#### *HD 221936 = Renson 60830*

Звезда спектрального класса B9p Si была найдена нами как магнитная в результате наблюдений на БТА. В каталоге [4] приведены пределы переменности продольного поля:  $-2500$  Гс и  $+2900$  Гс. Три значения  $B_e$  в 2007 г. лежат в указанном интервале ( $-1430 \pm 170$  Гс,  $-2170 \pm 180$  Гс и  $+890 \pm 240$  Гс). Звезда является одним из самых быстрых ротаторов, период ее вращения равен  $0^d 63195$ . Мониторинг звезды в последующие годы был продолжен для выяснения особенностей геометрии ее магнитного поля.

#### *4.4. CP-звезды, у которых в наблюдениях 2007 года не обнаружено магнитного поля*

##### *HD 20135 = Melotte 20 285 = Renson 4990*

Химически пекулярная звезда класса A1 с типом пекулярности SrEu, член скопления  $\alpha$  Per, наблюдалась по программе поиска новых магнитных звезд. В 2007 г. нами были проведены первые наблюдения, не показавшие присутствия магнитного поля. В каталоге [28] Бычковым и др. приведено значение среднеквадратического магнитного поля звезды  $\langle B_e \rangle = 556 \pm 429$  Гс со ссылкой на собственные измерения 2002 г. Больше никакой информации в литературе про аналогичные исследования звезды нет, а потому наблюдения стоит

продолжить. Тем более, что умеренная скорость вращения ( $35 \text{ км с}^{-1}$  [29]) способствует достижению точности измерения  $B_e$  лучше 100 Гс.

##### *HD 23924 = Renson 6126 = Melotte 22 2415*

В каталоге Ренсона и Манфруа [30] обозначена, как CP без указания типа пекулярности. Скорее всего относится к A-звездам с усиленными металлами. Никаких сведений о магнитном поле HD 23924 в литературе нет. Впервые звезда наблюдалась на БТА в 2006 г. (JD 2454016.459,  $B_e = -20 \pm 50$ ). В 2007 г. наблюдения в рамках программы по поиску новых магнитных звезд были продолжены. Полученный нами результат:  $B_e = +180 \pm 80$  Гс. Учитывая факт принадлежности к рассеянному скоплению Melotte 22 (Плеяды), имеются все основания полагать, что HD 23924 — все же немагнитная Am-звезда. Для окончательного прояснения ситуации наблюдения были продолжены в последующие годы.

##### *HD 37470 = HIP 26530 = Renson 10070*

Звезда из ассоциации Ori OB1 [31, 32]. Наряду с отсутствием литературных данных о магнитном поле звезды, наши наблюдения 2007 г. не показывают наличия поля с продольной составляющей более 200 Гс. В список кандидатов в новые магнитные звезды HD 37470 была включена из-за большой депрессии в континууме.

Вопрос о наличии поля у звезды HD 37470 очень важен, т.к. она — очень молодой объект с оболочкой и расположена в Туманности Ориона. Линейная поляризация, скорее всего околозвездная, достигает 1.5% (подробности в работе [32]). В последующие годы мониторинг звезды был продолжен.

##### *HD 42605 = Renson 11370*

В каталоге [4] для этой звезды приведены экстремумы продольного поля:  $-450$  Гс и  $+100$  Гс. Значение  $B_e$ , полученное в 2007 г. ( $B_e = -130 \pm 50$  Гс) укладывается в эти пределы. Узкие профили линий указывают на большой период вращения.

##### *HD 72295 = HIP 41839 = Renson 19980*

О наличии магнитного поля у этой звезды спектрального класса A0p с аномалиями SrCrEu известно с 2004 г. В каталоге [4] указаны пределы изменения продольного поля: от  $-300$  Гс до  $+100$  Гс. В 2007 г. в рамках мониторинга звезды был получен один зеемановский спектр, не показавший значимой величины магнитного поля ( $B_e = -60 \pm 130$  Гс). По имеющимся данным о слабом, на грани обнаружения, магнитном поле звезды пока нельзя сделать вывод о характере и периоде переменности. Изучение фотометрии в фильтре  $H_p$ , полученной Hipparcos [33], позволяет

выделить изменение блеска с вероятным периодом около  $2^d 208$ . Мониторинг звезды в последующие годы был продолжен, его результаты будут опубликованы в соответствующей статье.

*HD 106999 = HIP 59988 = Renson 30950*

В 2007 г. наблюдалась впервые по программе поиска новых магнитных СР-звезд. Измерение одного зеемановского спектра дало значение продольного поля  $B_e = -200 \pm 70$  Гс. Интерпретировать указанный результат как уверенное отсутствие магнитного поля сложно. Детальное изучение спектра звезды показывает, что скорее всего она относится к классу «металлических» Am-звезд [34]. Если это так, то магнитного поля у звезды не должно быть.

*HD 108283 = HIP 60697 = HR 4733 =  
Renson 31440*

Яркая пекулярная звезда класса A9 из скопления Melotte 111 с усиленными линиями стронция. В настоящее время сведения об обнаружении магнитного поля звезды в литературе отсутствуют. Три наши попытки в 2004 г. обнаружить его завершились безрезультатно [3]. Еще одна попытка измерения  $B_e$  в 2007 г. также не увенчалась успехом:  $B_e = +200 \pm 140$  Гс. По всей видимости, можно сделать вывод об отсутствии сколько-нибудь измеримого крупномасштабного магнитного поля у этой звезды.

*HD 109030 = HIP 61119 = Renson 31650*

Пекулярная звезда A0 с аномальными линиями стронция наблюдалась в 2007 г. по программе поиска новых магнитных звезд. Судя по отсутствию сведений о магнитном поле звезды, это была первая попытка его обнаружить. Итоговое значение  $B_e = -20 \pm 170$  Гс не дает оснований считать HD 109030 магнитной звездой. Как и предыдущий объект, HD 109030 относится к рассеянному скоплению Melotte 111.

*HD 110066 = HIP 61748 = Renson 31960*

О магнитном поле этой звезды спектрального класса A1 с типом пекулярности SrCrEu было известно ранее. В работе [23] найдены расщепленные зеемановские компоненты, указывающие на поверхностное поле 4 кГс. В каталоге [4] приведены пределы изменения продольного поля  $B_e$ :  $-370$  Гс и  $+300$  Гс. Два измерения 2007 г. ( $-110$  Гс и  $-120$  Гс) находятся в указанных пределах, но, с учетом ошибки измерения 50 Гс, указывают скорее на нулевое значение  $B_e$ . То есть звезда во время наблюдений была видна практически со стороны магнитного экватора.

Мониторинг звезды с целью найти период вращения осуществляется нами с 1999 г. Эта задача трудно реализуема, так как продольное поле очень

слабое, а амплитуда его изменения чрезвычайно мала — на пределе точности измерений. В литературе обсуждаются два возможных периода:  $4900^d$ , предложенный Матисом и др. [23] по измерениям  $B_s$ , и  $2^d 2646$  по фотометрии [19]. Нам представляется более подходящим длинный период вращения.

*HD 161321 = HIP 86809 = HR 6611 =  
Renson 45460*

Химически пекулярная звезда в двойной системе. В базе данных SIMBAD содержатся сведения о том, что система представляет собой затменную двойную, пекулярный компонент которой демонстрирует аномалии, характерные для металлических Am-звезд. В литературе нет сведений о магнитном поле этой звезды. Наше измерение  $B_e = -50 \pm 50$  Гс в 2007 г. демонстрирует ожидаемое отсутствие магнитного поля.

*HD 170565 = HIP 90680 = Renson 47790*

Пекулярная (SrCrEu) звезда спектрального класса A3. Магнитное поле обнаружено нами на 6-м телескопе [3]. В нашем каталоге [4] указаны экстремумы продольного поля:  $+1180$  Гс и  $+1960$  Гс. Одно измерение 2007 г. ( $B_e = +300 \pm 110$  Гс) расширяет эти пределы, хотя в пределах ошибки и не показывает магнитного поля. Сведений о периоде вращения звезды нет, но с учетом небольшой скорости вращения он должен быть достаточно большим. Из-за довольно сильного поля мониторинг звезды было решено продолжить.

*HD 193722 = HIP 100250 = Renson 54060*

В литературе отсутствует информация о магнитном поле этой химически пекулярной звезды спектрального класса V9 с аномально сильными линиями кремния. Одно измерение  $B_e$  в 2007 г. ( $-270 \pm 150$  Гс) не позволяет сделать вывод о присутствии магнитного поля в атмосфере звезды. Известно, что звезда — не очень быстрый ротатор:  $v \sin i$ , согласно [35], равно  $35 \text{ км с}^{-1}$ , а период вращения составляет  $8^d 53$  [24]. Так что можно надеяться на успешное обнаружение поля в дальнейшем.

*HD 199180 = HIP 103246 = Renson 55460*

Пекулярная звезда класса A0 с типом пекулярности SiCr. В 2007 г. сделаны две попытки обнаружить магнитное поле звезды. Значения  $B_e = -10 \pm 50$  Гс и  $+90 \pm 50$  Гс пока не дают оснований говорить о присутствии магнитных структур на поверхности этой звезды.

*HD 227695 = Renson 53160*

Эта пекулярная звезда спектрального класса A8r ранее не изучалась на предмет принадлежности к классу магнитных. Одно измерение 2007 г.  $B_e = +150 \pm 160$  Гс также показывает отсутствие поля. Звезда является членом рассеянного скопления NGC 6871 [36] и показывает некоторые признаки переменности типа  $\delta$  Sct. В таком случае наш нулевой результат вполне ожидаем.

*BD +00° 1659 = Renson 13650*

Данная звезда спектрального класса B9 имеет тип пекулярности Si. Согласно исследованию [36], звезда относится к рассеянному скоплению NGC 2301. В каталоге Романиюка и Кудрявцева [4] звезда отсутствует. Одно измерение 2007 г. ( $B_e = +160 \pm 130$  Гс) не показывает наличия поля.

*BD +41° 43 = Renson 390*

Как и еще несколько звезд, упоминавшихся ранее, BD +41° 43 спектрального класса Ap Si относится к группе магнитных. Впервые обнаружена как магнитная звезда в САО РАН. BD +41° 43 демонстрировала переменное продольное магнитное поле с экстремумами  $-450$  Гс и  $+100$  Гс. Значение  $B_e = -220 \pm 110$  Гс, полученное нами в наблюдениях 2007 г., находится в указанных пределах, указывая на то, что поле звезды слабое.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящей статьей мы начали публикацию ежегодных результатов измерения продольного магнитного поля звезд по данным, полученным на 6-м телескопе БТА САО РАН. В первой статье мы представили результаты 60 измерений магнитных полей 42 CP-звезд, полученные в 2007 г. на Основном звездном спектрографе БТА с анализатором круговой поляризации конструкции Г. А. Чунтонова. Наблюдения получены за 6 ночей (суммарно) при одинаковом взаимном расположении оптических узлов спектрографа и светоприемной аппаратуры. Измерения выполнялись стандартным образом, принятым в САО РАН, с использованием пакета программ Д. О. Кудрявцева [1, 2].

Наблюдения стандартных звезд без магнитного поля продемонстрировали, что в наших измерениях отсутствуют систематические сдвиги нуля-пункта шкалы измерений  $B_e$  на уровне 20–50 Гс. Измерения магнитных звезд с хорошо изученными кривыми переменности поля  $B_e$  (53 Cam,  $\gamma$  Equ, 52 Her) показывают полное совпадение нашей шкалы измерений со стандартной, что доказывает надежность полученных результатов.

По итогам многолетнего мониторинга магнитного поля ряда звезд, нами были найдены новые значения периодов их вращения.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят Г. А. Чунтонова за создание и поддержание в рабочем состоянии высокоточных устройств для измерений звездных магнитных полей на телескопе БТА и Г. Вэйда за обсуждение программы наблюдений и предложения по изучению отдельных звезд с медленным вращением. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ 12-02-00009-а) и гранта Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ № 2043.2014.2. Наблюдения на 6-метровом телескопе БТА проводятся при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (госконтракты 14.518.11.7070, 16.518.11.7073). В статье использовались сведения из баз данных SIMBAD и VizieR, управляемых центром астрономических данных (CDS, Страсбург, Франция).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. D. O. Kudryavtsev, in *Proc. Int. Conf. on Magnetic Fields of Chemically Peculiar and Related Stars*, Ed. by Yu. V. Glagolevskij and I. I. Romanyuk (SAO RAS, Nizhny Arkhyz, 2000), p. 84.
2. D. O. Kudryavtsev, *Baltic Astronomy* **9**, 649 (2000).
3. D. O. Kudryavtsev, I. I. Romanyuk, V. G. Elkin, and E. Paunzen, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **372**, 1804 (2006).
4. I. I. Romanyuk and D. O. Kudryavtsev, *Astrophysical Bulletin* **63**, 139 (2008).
5. G. A. Chountonov, in *Proc. Int. Conf. on Magnetic Stars*, Ed. by Yu. Glagolevskij, D. Kudryavtsev, and I. Romanyuk (SAO RAS, Nizhny Arkhyz, 2004), p. 286.
6. G. M. Hill, D. A. Bohlender, J. D. Landstreet, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **297**, 236 (1998).
7. G. A. Wade, J.-F. Donati, J. D. Landstreet, and S. L. S. Shorlin, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **313**, 851 (2000).
8. J. Huchra, *Astrophys. J.* **174**, 435 (1972).
9. H. W. Babcock, *Astrophys. J. Suppl.* **30**, 141 (1958).
10. V. G. Elkin, D. W. Kurtz, G. Mathys, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **358**, 1100 (2005).
11. G. W. Preston and S. C. Wolff, *Astrophys. J.* **160**, 1071 (1970).
12. G. Scholz, *Astrophys. Space Sci.* **94**, 159 (1983).
13. E. A. Semenko, D. O. Kudryavtsev, T. A. Ryabchikova, and I. I. Romanyuk, *Astrophysical Bulletin* **63**, 128 (2008).
14. D. O. Kudryavtsev and I. I. Romanyuk, *Astronomische Nachrichten* **333**, 41 (2012).
15. G. Mathys, *Contr. Astron. Obs. Skalnaté Pleso* **38**, 217 (2007).
16. P. North, *Astron. and Astrophys.* **141**, 328 (1984).
17. A. Heck, H. M. Maitzen, and P. Renson, *Astron. and Astrophys.* **54**, 635 (1977).

18. G. Mathys and S. Hubrig, *Astron. and Astrophys. Suppl.* **124**, 475 (1997).
19. K. T. Wraight, L. Fossati, M. Netopil, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **420**, 757 (2012).
20. E. Borra and J. D. Landstreet, *Astrophys. J. Suppl.* **42**, 421 (1980).
21. S. Hubrig, P. North, M. Schöller, and G. Mathys, *Astronomische Nachrichten* **327**, 289 (2006).
22. M. Auriere, G. A. Wade, J. Silvester, et al., *Astron. and Astrophys.* **475**, 1053 (2007).
23. G. Mathys, S. Hubrig, J. D. Landstreet, et al., *Astron. and Astrophys. Suppl.* **123**, 353 (1997).
24. F. A. Catalano and P. Renson, *Astron. and Astrophys. Suppl.* **127**, 421 (2001).
25. F. A. Catalano and P. Renson, *Astron. and Astrophys. Suppl.* **127**, 421 (1998).
26. T. Ryabchikova, O. Kochukhov, D. Kudryavtsev, et al., *Astron. and Astrophys.* **445**, L47 (2006).
27. E. A. Semenko, L. A. Kichigina, and E. Yu. Kuchaeva, *Astronomische Nachrichten* **332**, 948 (2011).
28. V. D. Bychkov, L. V. Bychkova, and J. Madej, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **394**, 1338 (2009).
29. A. Uesugi and I. Fukuda, *Memoirs of the Faculty of Sci. Univ. of Kyoto Ser. Phys., Astrophys., Geophys., Chem.* **33**, 205 (1970).
30. P. Renson and J. Manfroid, *Astron. and Astrophys.* **498**, 961 (2009).
31. I. I. Romanyuk and I. A. Yakunin, *Astrophysical Bulletin* **67**, 177 (2012).
32. I. I. Romanyuk, E. A. Semenko, I. A. Yakunin, and D. O. Kudryavtsev, *Astrophysical Bulletin* **68**, 300 (2013).
33. ESA, *The Hipparcos catalog*, ESA SP-1200 (1997).
34. M. Gebran, R. Monier, and O. Richard, *Astron. and Astrophys.* **479**, 189 (2008).
35. H. A. Abt, H. Levato, and M. Grosso, *Astrophys. J. Suppl.* **573**, 359 (2002).
36. M. Zejda, E. Paunzen, and B. Baumann, *Astron. and Astrophys.* **548A**, 97 (2012).

## Results of Magnetic Field Measurements of CP Stars Carried Out with the Russian 6-m Telescope. I. Observations in 2007

I. I. Romanyuk, E. A. Semenko, and D. O. Kudryavtsev

This paper presents the results of magnetic field measurements for 39 chemically peculiar and 3 normal main sequence stars used as standard stars. Observations were carried out with the Main Stellar Spectrograph of the Russian 6-m telescope during 2007. Zeeman measurements for 8 stars were performed for the first time. The accuracy analysis for the longitudinal magnetic field measurements of the stars confirms that the systematic errors do not exceed 10–20 G and are within the quoted limits. The absence of significant instrumental deviations follows from the measurements of the CP stars with well-known  $B_e$  variation curves.

Keywords: *stars: magnetic field—stars: chemically peculiar*