

УДК 524.35–337

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ СР-ЗВЕЗД, ВЫПОЛНЕННЫХ НА 6-М ТЕЛЕСКОПЕ. III. НАБЛЮДЕНИЯ 2009 ГОДА

© 2016 И. И. Романюк*, Е. А. Семенко, Д. О. Кудрявцев, А. В. Моисеева

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, 369167 Россия

Поступила в редакцию 29 марта 2016 года; принята в печать 16 июня 2016 года

В статье представлены результаты измерения продольного магнитного поля (B_e), скорости вращения ($v_e \sin i$) и лучевой скорости (V_r) для 44 звезд, наблюдения которых были выполнены на Основном звездном спектрографе (ОЗСП) 6-м телескопа БТА в 2009 г. Магнитное поле звезд HD 5441, HD 199180, HD 225627, BD +00°4535 обнаружено впервые. Установлено, что для одних и тех же звезд продольное поле B_e , измеренное по ядру линии водорода $H\beta$ и по линиям металлов, может отличаться на величину от 10% до 2–3 раз. За редким исключением, измеренное по линиям металлов магнитное поле — сильнее. Мы считаем, что эффект имеет физическую природу: зависит от топологии магнитного поля и физических условий в конкретной звезде. Наблюдения стандартных звезд без магнитного поля подтверждают отсутствие систематических ошибок, способных внести искажения в результаты измерения продольного поля. В статье даны комментарии к результатам для каждой из звезд.

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

1. ВВЕДЕНИЕ

Мы продолжаем цикл публикаций результатов измерения магнитных полей звезд, начатый в работах Романюка и др. [1] и [2]. Постановка задачи и основные цели исследования были изложены в указанных работах.

В настоящей статье представлены все результаты измерения магнитных полей химически пекулярных звезд, наблюдавшихся в 2009 г. с анализатором круговой поляризации на Основном звездном спектрографе (ОЗСП) 6-м телескопа БТА. В этих наблюдениях использовалось то же оборудование, что и годом ранее. В основных чертах была сохранена и методика обработки данных [1, 2].

В отличие от предыдущих работ, в данной работе мы несколько расширили тематику исследований. Спектры звезд, наблюдавшихся в 2009 г., были изучены на предмет определения лучевых скоростей (V_r) и проекции скорости вращения на луч зрения ($v_e \sin i$).

Относительно последней характеристики важно отметить, что нижний предел измерения $v_e \sin i$ составляет около 20 км с^{-1} . Более медленное вращение звезд нельзя установить из-за инструментальных ограничений: спектральное разрешение R наблюдательного материала на ОЗСП близко к 15 000.

2. НАБЛЮДЕНИЯ И МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ

Материал, послуживший основой для настоящего исследования, был получен в 2009 г. на телескопе БТА в течение 12 ночей наблюдений по трем основным программам: «Избранные магнитные звезды» (основной заявитель — И. И. Романюк, САО РАН), «Новые магнитные звезды» (основной заявитель — Д. О. Кудрявцев, САО РАН), «Геометрия магнитных полей СР-звезд» (основной заявитель — Г. Вэйд, Канада). Всего было получено 86 пар циркулярно-поляризованных спектров для 44 звезд. Список объектов существенно отличается от аналогичного набора двух предыдущих лет.

В 2009 году изменений в составе и конфигурации применяемой аппаратуры не было: ее подробное описание можно найти в работе [1]. Наблюдения велись в двух областях спектра шириной 260 \AA с центрами на длине волны 4550 \AA и на линии водорода $H\beta$. Второй участок спектра был выбран с целью изучения обнаруженного нами эффекта систематически более низких величин продольного магнитного поля, полученных по ядру водородных линий. Частично результаты измерений продольного поля некоторых СР-звезд по линии $H\beta$ уже были опубликованы в работах Кудрявцева и Романюка [3, 4], где подробно изложена методика

*E-mail: roman@sao.ru

измерений и представлена возможная физическая интерпретация результатов.

Результаты измерений магнитного поля представлены в сводной таблице 1. Колонки таблицы содержат сведения о названиях звезд в порядке возрастания номера в каталогах HD и BD, юлианской дате наблюдения, продольном поле B_e , лучевой скорости V_r и скорости вращения $v_e \sin i$ с ошибками измерения σ , отношении S/N резуль-

тирующего спектра. Продольное поле, измеренное по линиям металлов, обозначено буквой m , по ядру водородной линии $H\beta$ — буквой h . Немагнитные звезды-стандарты в таблице отмечены символом «*», стандартные звезды с хорошо известным законом переменности продольной составляющей поля обозначены через «**». Жирным шрифтом выделены звезды, у которых магнитное поле обнаружено впервые.

Таблица 1. Результаты измерений магнитных полей в 2009 году

Звезда	JD (2450000+)	$B_e \pm \sigma$, Гс	$V_r \pm \sigma$, км с ⁻¹	$v_e \sin i$, км с ⁻¹	S/N
HD 965	5017.511	-150 ± 40 (<i>m</i>)	-3.5 ± 1.7	25.3 ± 3.5	200
	5075.438	+240 ± 50 (<i>m</i>)	9.8 ± 2.9	24.2 ± 2.6	200
HD 2453	5075.417	-1160 ± 50 (<i>m</i>)	-16.4 ± 2.2	19.7 ± 2.5	320
HD 2887	4955.521	+20 ± 70 (<i>m</i>)	-7.8 ± 1.2	42.2 ± 3.4	230
	5015.475	+350 ± 80 (<i>m</i>)	-5.8 ± 2.4	47.9 ± 3.1	230
HD 5441	5019.508	-410 ± 50 (<i>m</i>)	18.3 ± 1.2	20.7 ± 2.2	240
	5136.350	-420 ± 50 (<i>m</i>)	37.1 ± 2.3	21.1 ± 2.9	250
HD 5797	4955.508	+780 ± 50 (<i>m</i>)	-10.5 ± 1.9	21.5 ± 3.9	180
	5077.521	+850 ± 50 (<i>m</i>)	-5.6 ± 1.5	20.3 ± 1.9	200
		+630 ± 170 (<i>h</i>)	—	—	200
	5171.367	+660 ± 50 (<i>m</i>)	-3.9 ± 0.8	22.3 ± 3.5	280
HD 6757	5075.400	+2820 ± 90 (<i>m</i>)	2.8 ± 1.6	25.6 ± 3.3	400
HD 19712	5075.556	+1710 ± 140 (<i>m</i>)	20.7 ± 2.2	45.4 ± 3.7	330
		+1110 ± 130 (<i>h</i>)	—	—	330
HD 22326	5015.529	-10 ± 50 (<i>m</i>)	16.8 ± 1.8	22.7 ± 3.2	300
HD 23924	5136.596	-350 ± 180 (<i>m</i>)	-42.4 ± 1.7	42.1 ± 4.3	250
HD 25999	5139.575	-1290 ± 310 (<i>m</i>)	-7.4 ± 2.2	41.8 ± 3.8	450
HD 27404	5075.568	+1470 ± 120 (<i>m</i>)	18.4 ± 1.4	40.6 ± 3.8	280
		+590 ± 160 (<i>h</i>)	—	—	280
HD 32549	5136.625	+160 ± 390 (<i>m</i>)	31.1 ± 1.9	43.3 ± 3.6	400
HD 35100	5139.623	+1200 ± 140 (<i>m</i>)	-23.4 ± 1.4	29.8 ± 3.3	150
HD 37776	5171.497	-2980 ± 840 (<i>m</i>)	+23.2 ± 2.4	79.2 ± 5.3	800
HD 38823	4903.246	-920 ± 80 (<i>m</i>)	-6.8 ± 2.5	21.2 ± 3.7	300
		-820 ± 170 (<i>h</i>)	—	—	300
	5136.569	+1230 ± 80 (<i>m</i>)	-10.9 ± 1.7	22.5 ± 3.5	300
		+430 ± 160 (<i>h</i>)	—	—	300
	5139.498	-2310 ± 80 (<i>m</i>)	-10.9 ± 1.2	26.8 ± 3.3	300
		-1980 ± 250 (<i>h</i>)	—	—	300
HD 45583	4903.285	-2250 ± 360 (<i>m</i>)	26.4 ± 1.6	67.2 ± 10.6	560

Таблица 1. (Продолжение)

Звезда	JD (2450000+)	$B_e \pm \sigma$, Гс	$V_r \pm \sigma$, км с ⁻¹	$v_e \sin i$, км с ⁻¹	S/N
		-2100 ± 210 (<i>h</i>)	—	—	560
	5139.533	$+3850 \pm 490$ (<i>m</i>)	31.5 ± 2.3	68.4 ± 6.5	200
		$+2080 \pm 350$ (<i>h</i>)	—	—	200
HD 48331	4901.311	-1490 ± 1500 (<i>m</i>)	-7.9 ± 2.7	27.6 ± 3.3	250
	4903.202	< 2000	-7.5 ± 2.6	25.6 ± 3.8	240
HD 52711	4903.162	$+40 \pm 10$ (<i>m</i>)	24.9 ± 1.6	20.9 ± 3.2	280
HD 65339**	4901.338	-5190 ± 170 (<i>m</i>)	19.3 ± 4.3	28.4 ± 3.3	300
	4903.304	-2180 ± 190 (<i>m</i>)	-3.7 ± 1.7	26.3 ± 3.7	250
		-1590 ± 250 (<i>h</i>)	—	—	250
	4955.303	$+3690 \pm 100$ (<i>m</i>)	-1.9 ± 1.3	25.8 ± 3.7	330
		$+1980 \pm 160$ (<i>h</i>)	—	—	330
	5015.242	-4780 ± 180 (<i>m</i>)	-7.1 ± 1.4	28.4 ± 3.5	310
		-2460 ± 270 (<i>h</i>)	—	—	310
	5075.537	$+4280 \pm 130$ (<i>m</i>)	-2.8 ± 1.3	25.3 ± 3.3	500
		$+2480 \pm 180$ (<i>h</i>)	—	—	500
	5077.529	-5400 ± 160 (<i>m</i>)	10.5 ± 1.9	23.7 ± 2.6	320
		-2410 ± 210 (<i>h</i>)	—	—	320
	5136.331	-510 ± 160 (<i>m</i>)	-3.2 ± 2.5	24.4 ± 3.4	300
		-930 ± 260 (<i>h</i>)	—	—	300
	5139.421	$+3840 \pm 120$ (<i>m</i>)	-3.5 ± 1.4	22.6 ± 3.3	250
		$+2560 \pm 250$ (<i>h</i>)	—	—	250
	5171.385	$+3610 \pm 100$ (<i>m</i>)	-3.4 ± 1.6	23.9 ± 2.9	500
	5171.523	$+3490 \pm 100$ (<i>m</i>)	-6.7 ± 1.9	24.7 ± 3.3	500
		$+2280 \pm 180$ (<i>h</i>)	—	—	500
HD 71369*	4901.343	-30 ± 6 (<i>m</i>)	30.5 ± 2.4	24.3 ± 2.9	700
	4955.297	-14 ± 6 (<i>m</i>)	15.7 ± 1.6	24.3 ± 2.3	1400
		-170 ± 290 (<i>h</i>)	—	—	1400
	5015.235	-51 ± 4 (<i>m</i>)	8.8 ± 2.4	26.7 ± 2.5	1000
		-60 ± 360 (<i>h</i>)	—	—	1000
	5077.533	-5 ± 4 (<i>m</i>)	18.6 ± 3.4	27.2 ± 2.8	1400
		$+3 \pm 330$ (<i>h</i>)	—	—	1400
	5136.338	-11 ± 4 (<i>m</i>)	14.1 ± 2.1	25.5 ± 3.3	1300
		-2 ± 360 (<i>h</i>)	—	—	1300
	5139.440	-27 ± 8 (<i>m</i>)	18.8 ± 2.5	±	1200
		-190 ± 310 (<i>h</i>)	—	—	1300

Таблица 1. (Продолжение)

Звезда	JD (2450000+)	$B_e \pm \sigma$, Гс	$V_r \pm \sigma$, км с ⁻¹	$v_e \sin i$, км с ⁻¹	S/N
	5171.393	$-41 \pm 4 (m)$	22.9 ± 1.7	25.5 ± 2.9	1200
	5171.530	$+12 \pm 7 (m)$	24.8 ± 2.3	26.3 ± 2.3	1600
		$+40 \pm 350 (h)$	—	—	1600
HD 93294	5171.564	$+50 \pm 50 (m)$	19.7 ± 1.7	25.1 ± 2.8	300
		$+150 \pm 290 (h)$	—	—	300
HD 112413**	4903.408	$+1070 \pm 70 (m)$	8.8 ± 2.5	26.1 ± 2.8	600
		$+620 \pm 150 (h)$	—	—	600
	4955.314	$-980 \pm 50 (m)$	-3.4 ± 1.3	25.5 ± 2.6	1600
		$-870 \pm 90 (h)$	—	—	1600
	5015.248	$-990 \pm 50 (m)$	-3.6 ± 1.5	25.6 ± 2.8	1600
		$-850 \pm 100 (h)$	—	—	1600
	5171.545	$+1470 \pm 70 (m)$	-3.1 ± 0.8	26.6 ± 3.3	1500
		$+1000 \pm 70 (h)$	—	—	1500
HD 137909	4955.322	$-940 \pm 50 (m)$	-20.5 ± 1.8	23.4 ± 3.3	1000
		$-550 \pm 120 (h)$	—	—	1000
	5015.26	$-300 \pm 50 (m)$	-20.5 ± 1.7	24.5 ± 2.1	1000
		$-210 \pm 100 (h)$	—	—	1000
HD 158450	5015.360	$-4350 \pm 130 (m)$	-19.3 ± 1.8	21.6 ± 3.5	250
HD 158974*	5021.268	$+70 \pm 12 (m)$	-30.6 ± 1.7	24.3 ± 2.3	320
HD 168856	5015.373	$+70 \pm 320 (m)$	-17.9 ± 1.4	72.8 ± 5.7	320
HD 170860	5015.408	$+390 \pm 700 (m)$	14.9 ± 1.6	28.1 ± 2.2	350
HD 178308	5021.300	$-210 \pm 180 (m)$	-21.7 ± 1.1	68.3 ± 5.2	270
HD 178892	4955.423	$+7700 \pm 380 (m)$	-10.6 ± 2.6	27.9 ± 3.7	300
		$+5390 \pm 410 (h)$	—	—	300
	5015.335	$+2830 \pm 230 (m)$	-14.7 ± 2.1	27.4 ± 4.3	300
		$+830 \pm 200 (h)$	—	—	300
	5021.289	$+6490 \pm 290 (m)$	-16.5 ± 1.9	28.2 ± 3.3	250
HD 182255	5021.312	$-50 \pm 120 (m)$	-30.4 ± 2.3	22.1 ± 3.7	800
HD 184471	4955.335	$+810 \pm 50 (m)$	-17.7 ± 2.8	18.1 ± 2.7	250
		$+320 \pm 220 (h)$	—	—	250
	5015.275	$+320 \pm 50 (m)$	-38.2 ± 1.3	19.1 ± 2.3	250
		$+550 \pm 140 (h)$	—	—	250
HD 198920	5019.477	$+10 \pm 50 (m)$	7.7 ± 1.8	19.9 ± 2.8	300
HD 199180	4955.496	$-440 \pm 50 (m)$	-24.6 ± 2.3	18.4 ± 1.6	300
HD 201174	5075.485	$+980 \pm 140 (m)$	-7.8 ± 1.1	25.9 ± 2.7	300

Таблица 1. (Продолжение)

Звезда	JD (2450000+)	$B_e \pm \sigma$, Гс	$V_r \pm \sigma$, км с ⁻¹	$v_e \sin i$, км с ⁻¹	S/N
HD 201601**	5077.466	+620 ± 110 (<i>h</i>)	—	—	300
		-810 ± 60 (<i>m</i>)	-8.1 ± 1.3	24.3 ± 1.4	300
		-340 ± 120 (<i>h</i>)	—	—	300
	4955.439	-1250 ± 50 (<i>m</i>)	-17.1 ± 1.9	—	500
		-530 ± 100 (<i>h</i>)	—	—	500
	5015.380	-1220 ± 50 (<i>m</i>)	-21.9 ± 2.1	—	800
		-360 ± 120 (<i>h</i>)	—	—	800
	5019.480	-990 ± 50 (<i>m</i>)	-24.8 ± 2.3	—	900
	5021.326	-1090 ± 50 (<i>m</i>)	-19.3 ± 1.6	—	900
	5075.454	-1130 ± 50 (<i>m</i>)	-16.6 ± 1.8	—	900
	5075.464	-1210 ± 50 (<i>m</i>)	-16.8 ± 2.2	—	900
		-400 ± 100 (<i>h</i>)	—	—	900
	5077.454	-1040 ± 50 (<i>m</i>)	-18.5 ± 1.6	—	800
-380 ± 90 (<i>h</i>)		—	—	800	
HD 216018	5075.425	+1390 ± 50 (<i>m</i>)	-2.2 ± 1.8	—	350
HD 217401	5019.500	-460 ± 130 (<i>m</i>)	-14.5 ± 1.6	—	300
		+40 ± 100 (<i>m</i>)	6.1 ± 1.9	71.3 ± 6	300
HD 221936	5075.512	-1030 ± 250 (<i>m</i>)	-1.9 ± 0.9	74.3 ± 6.6	450
		-180 ± 390 (<i>h</i>)	—	—	450
	5077.496	+3150 ± 190 (<i>m</i>)	1.8 ± 1.2	70.4 ± 7.5	400
HD 225627	4955.542	+1340 ± 270 (<i>h</i>)	—	—	400
		+280 ± 50 (<i>m</i>)	13.9 ± 2.1	29.7 ± 3.9	350
	5015.471	+110 ± 50 (<i>m</i>)	12.7 ± 1.5	26.1 ± 2.7	350
HD 227695	4955.480	+140 ± 250 (<i>m</i>)	-20.5 ± 2.3	113.6 ± 21.7	300
HD 258686	5136.533	+6760 ± 370 (<i>m</i>)	3.5 ± 1.2	25.7 ± 4.1	150
		+5340 ± 450 (<i>h</i>)	—	—	150
	5139.469	+7170 ± 350 (<i>m</i>)	14.5 ± 1.9	29.3 ± 2.9	300
HD 343872	4955.379	+5440 ± 300 (<i>h</i>)	—	—	300
		+3310 ± 90 (<i>m</i>)	-4.3 ± 2.3	20.9 ± 1.8	200
	5015.307	+3050 ± 180 (<i>h</i>)	—	—	200
+4500 ± 110 (<i>m</i>)		-2.9 ± 1.5	20.9 ± 1.9	220	
		+4370 ± 270 (<i>h</i>)	—	—	220
BD +41°43	5015.500	+80 ± 100 (<i>m</i>)	-27.8 ± 2.6	28.2 ± 2.7	300
BD +00°4535	5077.435	+3130 ± 300 (<i>m</i>)	-30.5 ± 2.9	31.9 ± 2.7	200
		+3590 ± 200 (<i>h</i>)	—	—	200

Таким образом, в таблице представлены 28 маг- нитных СР-звезд, 13 СР-звезд, у которых поле

не обнаружено, и 3 звезды-стандарта без поля. Результаты измерений эффекта Зеемана в спектрах 2009 г. позволяют утверждать об открытии четырех новых магнитных CP-звезд.

Наибольшее количество наблюдений в 2009 г. (8 моментов) было выполнено для стандарта α UMa. Среднее арифметическое значение продольного поля B_e по металлам равно -20 ± 7 Гс. Для другого стандарта — HD 158974 — получена оценка поля $+70 \pm 12$ Гс. Указанная величина превышает вероятную статистическую погрешность, тем не менее, мы не считаем, что поле у этой звезды обнаружено. Результат получен по одному наблюдению и может быть следствием инструментальных причин, например, ошибок при гидировании и др. Применяемая нами методика на данный момент позволяет с уверенностью обнаруживать продольные поля величиной более 100 Гс.

Для измерения лучевой скорости и скорости вращения звезд нами был применен подход, аналогичный описанному в работе [5]. Несмотря на меньшую точность результатов, такое решение себя оправдывает при массовом анализе большого количества спектров.

3. КОММЕНТАРИИ К ОТДЕЛЬНЫМ ЗВЕЗДАМ

В данном разделе приведем комментарии к отдельным звездам. В случае, если они наблюдались нами ранее и уже описаны в статьях [1] и [2], будет приведена соответствующая ссылка. Больше внимания будет уделено звездам, которые в 2009 г. наблюдались впервые.

3.1. Немагнитные звезды-стандарты

3.1.1. HD 71369 = α UMa

α UMa — один из наиболее часто используемых стандартов, служащий для контроля инструментальных эффектов [1, 2]. В наблюдениях 2009 г. восемь измерений показали отсутствие поля в пределах ошибок измерений.

3.1.2. HD 158974

Мы используем эту звезду спектрального класса G8 в качестве стандарта в течение многих лет [2]. При единственном наблюдении ее в 2009 г. измерение эффекта Зеемана показало присутствие продольного магнитного поля $B_e = +70 \pm 12$ Гс. Данная величина превосходит ошибки измерения, однако мы считаем результат ложным обнаружением. Наиболее вероятно, магнитное поле HD 158974 в наблюдениях 2009 г. является следствием ошибок гидирования.

Нижний предел уверенного обнаружения поля на ОЗСП БТА — 100 Гс.

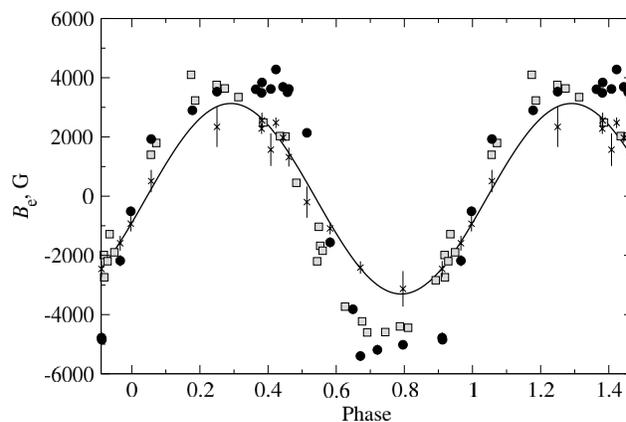


Рис. 1. Кривая переменности продольного магнитного поля B_e звезды 53 Cam, согласно периоду из работы [9]. Данные из работ [9] и [10] отмечены квадратики. Черными символами нанесены наши измерения поля по линиям металлов с 2007 по 2009 гг. Звездочками отмечены наши результаты измерений продольного поля B_e по линии водорода H β . Кривые продольного поля проведены методом наименьших квадратов.

3.2. Магнитные звезды-стандарты

3.2.1. HD 65339 = HIP 39261 = Renson 17910 = 53 Cam

Для яркой химически пекулярной звезды 53 Cam за 60 лет наблюдений выполнено несколько сотен измерений магнитного поля. Звезда регулярно используется на БТА в качестве стандартной в исследованиях магнитных полей [1]. В 2009 г. звезда 53 Cam наблюдалась нами на БТА девять раз.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что значения продольного поля, полученные по ядрам линии водорода, на 30–40% меньше измеренных по металлам. Более того, индивидуальные измерения поля по водороду лучше аппроксимируются гармоническими функциями из-за меньшего рассеяния (рис. 1).

Известно, что звезда 53 Cam — двойная. Методом спекл-интерферометрии у нее был найден спутник [6], а Шольц [7] определил, что звезда является спектрально-двойной с периодом 6.5 лет. Таким образом, наши измерения лучевой скорости 53 Cam с учетом ошибок измерений и переменного характера спектра находятся в хорошем согласии с данными из литературы. В базе данных SIMBAD для звезды указана величина $V_r = -4.8$ км с $^{-1}$ [8].

3.2.2. HD 112413 = HIP 63125A = Renson 32650 = α^2 CVn

Самая известная магнитная звезда α^2 CVn является прототипом подкласса. Ее магнитное поле было обнаружено Бэбкоком [11] и с тех пор многократно изучалось разными способами. Эфемериды фотометрической переменности звезды,

$JD(\text{Eu II maximum}) = 2419869.720 + 5^d 46939 E$, предложенные Фарнспорт в 1932 г. [12] оказались настолько точными, что не требуют корректировок уже более 80 лет (см., например, [13]).

На протяжении нескольких десятилетий построено около дюжины магнитных моделей звезды. Конечно, новые модели существенно превосходят старые по точности и надежности (см. работу [13]). Тем не менее, у этой звезды не отмечены какие-либо изменения в положении и численности поверхностных пятен химического состава, как нет и изменений величины и конфигурации магнитного поля на протяжении более полувека. Этот наблюдательный факт играет важную роль в изучении физических процессов, происходящих на поверхности магнитных звезд.

3.2.3. $HD\ 137909 = HIP\ 75695AB =$ $Renson\ 39200 = \beta\ CrB$

Еще одна очень хорошо изученная магнитная СР-звезда, используемая в наших измерениях как стандарт. В 2009 г. нами было выполнено два измерения с калибровочными целями. Результаты хорошо совпадают с литературными данными.

3.2.4. $HD\ 201601 = HIP\ 104521\ AB =$ $Renson\ 56210 = \gamma\ Equ$

Уникальная магнитная звезда $\gamma\ Equ$ — сверхмедленный ротатор, член двойной системы $ADS\ 14702\ AB$. На угловом расстоянии $0. \gg 7$ (Растегаев и др. [14]) у звезды имеется спутник слабее на 4 зв. величины. Период вращения магнитной звезды до сих пор не установлен, но явно превышает 80 лет.

Среднее по всем нашим измерениям значение продольного поля $\gamma\ Equ$ в 2009 г. составило -1150 Гс. По сравнению с 2008 г. изменений нет, звезда продолжает находиться в отрицательном экстремуме B_e уже несколько лет. Среднее значение лучевой скорости по нашим измерениям 2009 г. ($V_r = -17.0$ км с⁻¹) в точности совпадает с величиной, указанной в разных источниках, собранных в базе данных SIMBAD. Этот факт можно интерпретировать как отсутствие близких спутников у звезды.

3.3. Звезды, магнитное поле которых зарегистрировано в наблюдениях 2009 г.

3.3.1. $HD\ 965 = HIP\ 1127 = Renson\ 160$

Мониторинг магнитного поля звезды выполняется нашим коллективом с 1999 г. Последние результаты этой работы изложены в статье [15]. Нами установлено, что период вращения $HD\ 965$ превышает 15 лет. Звезда принадлежит к очень редкому типу сверхмедленных магнитных ротаторов.

Крайний интерес представляет построение модели магнитного поля. Однако для этого мониторинг необходимо продолжить.

В 2009 г. звезда $HD\ 965$ наблюдалась нами дважды. Величина B_e в моменты наблюдений составила около $+200$ Гс. Наши измерения лучевой скорости показывают ту же величину, которая приведена в базе SIMBAD ($V_r = -5.1$ км с⁻¹) [8]. Магнитная звезда является главным компонентом двойной системы, спутник на угловом расстоянии $0. \gg 2$ от главной звезды слабее ее на 3 зв. величины и был найден на БТА [16]. Авторы этого исследования оценивают орбитальный период в 580 лет, что соответствует постоянству лучевых скоростей на протяжении десятилетия исследования звезды. Наличие более близких спутников маловероятно.

3.3.2. $HD\ 2453 = HIP\ 2243 = Renson\ 560$

Звезда с сильной депрессией континуума на $5200\ \text{\AA}$, что подтверждают значения параметра женеваской фотометрической системы $Z = -0.66$ и индекса венской системы $\Delta a = 0.063$. Магнитное поле было обнаружено Бэбкоком [11]. Вольф [17] продолжила измерения продольного поля B_e и обнаружила его переменность с периодом около 525 суток. Суммируя собственные результаты и наблюдения предыдущих авторов, Ландстрит и Матис [18] построили следующую модель звезды: период вращения $P = 521^d$, экстремумы продольного поля -1030 Гс и -250 Гс, поле на поверхности $B_s = 3800$ Гс, поле на полюсе диполя $B_d = 5000$ Гс, угол β между осью вращения и осью диполя мал и равен 11° . Согласно этой модели, поле имеет преимущественно дипольную структуру, вклад квадрупольной и октупольной компонент невелик.

Одно измерение магнитного поля в 2009 г. дало величину $B_e = -1160 \pm 50$ Гс. Используя данные об изменении магнитного поля $HD\ 2453$ в период с 1950 г. до 2009 г., мы попытались уточнить период вращения звезды. Исходные данные для анализа включают и результаты наших наблюдений 2006 г.: -700 ± 30 ($JD = 2453953.442$) и -1060 ± 50 ($JD = 2454015.246$). Наиболее вероятный период, согласно нашим оценкам, 518^d . Интересно, что данные наших наблюдений с ПЗС лучше аппроксимируются гармонической функцией, имеющей к тому же более глубокий минимум (рис. 2).

Звезда $HD\ 2453$, по всей видимости, является одиночной. Об этом свидетельствует хорошее совпадение наших измерений лучевой скорости ($V_r = -18.7$ км с⁻¹) с данными из SIMBAD ($V_r = -18.2$ км с⁻¹) [8]. Кроме того, спекл-интерферометрические наблюдения на БТА [16] также не обнаружили присутствия близких компонентов.

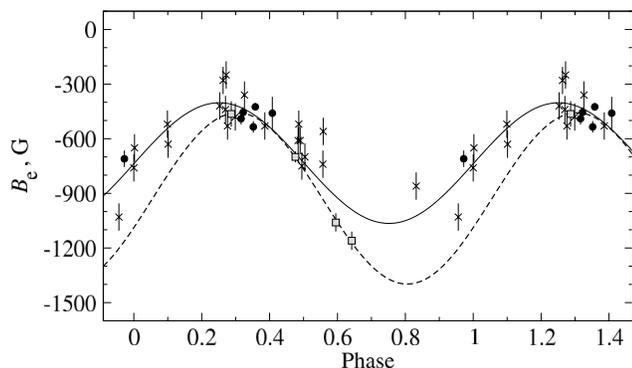


Рис. 2. Кривая переменности продольного магнитного поля B_e звезды HD 2453. Черными точками и звездочками отмечены данные из работ [11, 17], полученные по фотографическим наблюдениям. Квадратики — наши результаты наблюдений с ПЗС. Аппроксимация всех имеющихся данных (сплошная линия) и наших результатов измерения B_e (прерывистая линия) выполнена в предположении о периоде вращения звезды 518^d .

3.3.3. HD 2887 = HIP 2562 = Renson 700

Звезда, как магнитная, впервые была обнаружена нами [2]. Измерения спектров за 2009 г. показывают слабое продольное поле звезды.

HD 2887 является двойной. В работе Растегаева и др. [14] найден спутник величиной $m_V = 12^m6$ на расстоянии $0. \gg 7$. Факт двойственности подтверждают и измерения лучевой скорости. В базе SIMBAD [8] указана лучевая скорость $V_r = +16.0 \text{ км с}^{-1}$. Наши измерения 2009 г. дают значение V_r около $+6 \text{ км с}^{-1}$, что значительно превосходит ошибки измерений.

Звезду HD 2887 можно отнести к медленным ротаторам: проекция скорости вращения $v_e \sin i = 30 \text{ км с}^{-1}$. Период вращения звезды не известен.

3.3.4. HD 5441 = BD +23° 130 = Renson 700

Новая магнитная звезда. В литературе нет никаких упоминаний о магнитном поле звезды до наших наблюдений 2009 г. Измерения зеемановских спектров показали наличие продольного магнитного поля отрицательной полярности. Линии в спектре узкие, проекция скорости вращения $v_e \sin i$ не превышает 25 км с^{-1} . Лучевая скорость также определена нами впервые. Оба измерения, полученные по спектрам с разницей во времени 117 суток, дают одну и ту же величину $V_r = -9.5 \text{ км с}^{-1}$.

3.3.5. HD 5797 = HIP 4717 = Renson 1530

Звезда наблюдается на БТА с зеемановским анализатором в течение нескольких лет. На протяжении 2009 г. наблюдения проводились трижды. Во всех случаях продольное поле не показало сильных изменений величины. Подробные результаты

изучения магнитного поля и других свойств этой звезды опубликованы в работе Семенко и др. [19]. В ней показано, что продольное поле звезды меняется от -100 Гс до $+1000 \text{ Гс}$ с периодом 69 суток по синусоидальному закону. В течение 2008–2009 гг. изменений лучевой скорости не отмечено. Однако спекл-интерферометрические наблюдения показали наличие спутника слабее на 3 зв. величины на расстоянии $0. \gg 146$. Орбитальный период системы авторы указанной работы оценивают в 280 лет, так что постоянство лучевой скорости на протяжении двух лет наблюдений хорошо согласуется с этим выводом.

3.3.6. HD 6757 = HIP 5385 = Renson 1750

Кратная система ADS 936 AB. Сильное магнитное поле с вариациями B_e от $+2500$ до $+2900 \text{ Гс}$ было обнаружено нами [20]. Одно измерение поля в 2009 г. дало величину $B_e = +2820 \pm 90 \text{ Гс}$, подтверждая прежние результаты. Период вращения звезды пока определить трудно в силу небольшой амплитуды переменности магнитного поля. К тому же, узкие профили линий ($v_e \sin i < 20 \text{ км с}^{-1}$) наравне с медленным вращением самой звезды могут также являться следствием особой ориентации звезды (угол наклона оси вращения к лучу зрения i мал).

Результат измерения лучевой скорости звезды в 2009 г., $V_r = -13.9 \text{ км с}^{-1}$, отличается от данных, представленных в SIMBAD ($V_r = -6.5 \text{ км с}^{-1}$) [8], что указывает на ее переменность.

3.3.7. HD 19712 = HIP 14736 = Renson 4880

В 2009 г. получено одно измерение, подтверждающее наличие у звезды сильного поля. С 2004 г. по магнитному полю HD 19712 накоплен обширный материал, данные анализируются. Результаты изучения звезды, включающие не только магнитные измерения, но также и оценки других параметров звезды, будут опубликованы отдельно [21].

3.3.8. HD 25999 = HIP 19306 = Renson 6600

Продольное магнитное поле величиной $+1480 \text{ Гс}$ было обнаружено нами по наблюдениям 2008 г. [2]. В 2009 г. присутствие поля подтвердилось: $B_e = -1290 \pm 310 \text{ Гс}$ по одному измерению.

Измеренная нами лучевая скорость звезды отличается от той, что указана в базе данных SIMBAD ($V_r = -13.9 \text{ км с}^{-1}$) [8]. Этот факт дает основания заподозрить звезду в двойственности.

Исходя из предположения, что спектральный класс звезды HD 25999 установлен точно, и принимая в расчёт измеренную нами проекцию скорости вращения $v_e \sin i = 40 \text{ км с}^{-1}$, можно ожидать, что период вращения будет короче трех суток.

3.3.9. HD 27404 = HIP 20262 = Renson 7030

Магнитное поле звезды было обнаружено нами в наблюдениях на БТА [20]. Сильное продольное поле величиной до 3 кГс меняет знак. Измерения одного спектра, полученного в 2009 г., дали следующие значения: $B_e = +1470 \pm 120$ Гс по линиям металлов и $+590 \pm 160$ по ядру H β .

Звезда относится к медленным ротаторам: $v_e \sin i = 25$ км с⁻¹. Измеренная нами лучевая скорость, $V_r = +6.1$ км с⁻¹, в пределах ошибки совпадает с приведенной в базе SIMBAD ($V_r = +9.0$ км с⁻¹) [8].

3.3.10. HD 35100 = BD+42° 1273 = ADS 3975C

Магнитная звезда в кратной системе [2, 14]. Первые измерения продольного поля были выполнены в САО РАН [2]. Примечательно, что объект отсутствует в каталоге химически пекулярных звезд Ренсона и Манфруа [22]. Одно измерение зеемановских спектров в 2009 г. подтвердило, что звезда магнитная и имеет знакопеременное продольное поле: $B_e = +1200 \pm 140$ Гс.

Мы получили оценки лучевой скорости звезды ($V_r = +4.6 \pm 2.9$ км с⁻¹) и ее скорости вращения ($v_e \sin i = 30 \pm 3$ км с⁻¹).

3.3.11. HD 37776 = HIP 26742 = Renson 10190

Уникальная магнитная звезда с очень сильным полем сложной структуры. Имеется множество публикаций с результатами изучения этой звезды. Профили линий очень широкие со сложным распределением круговой поляризации по профилю. Кривая переменности продольного поля B_e несинусоидальная, имеется вторичный максимум. На основании в том числе и на наших наблюдений было построено несколько разных моделей магнитного поля HD 37776, последняя из которых опубликована в работе [23].

В 2009 г. звезда наблюдалась единожды. Измерение зеемановских спектров дает значение продольного поля $B_e = -2980 \pm 840$ Гс.

Лучевая скорость, определенная по тем же данным, составляет $V_r = +23.2 \pm 2.4$ км с⁻¹, что несколько отличается от значения, приведенного в SIMBAD ($V_r = +27.0$ км с⁻¹). Однако оснований считать звезду двойной нет.

3.3.12. HD 38823 = HIP 27423 = Renson 10440

Магнитное поле звезды впервые было измерено нами на БТА [20]. Три момента наблюдения звезды в 2009 г. подтвердили наличие сильного поля, продольный компонент которого меняет знак.

Лучевая скорость звезды меняется в небольших пределах относительно -10 км с⁻¹, что не противоречит результатам нашей ранней работы [5]. Между тем, в базе данных SIMBAD для HD 38823 приведено положительное значение $V_r = +1.4$ км с⁻¹ [8]. Такие различия в V_r могут свидетельствовать о переменности лучевой скорости на масштабе нескольких лет или десятилетия.

3.3.13. HD 45583 = HIP 30789 = Renson 12120

Химическая пекулярная звезда в скоплении NGC 2232 с возрастом 20 млн лет. Магнитное поле найдено нами [20]. Сложный закон изменения B_e послужил мотивом мониторинга величины продольного поля на протяжении нескольких лет. Подробности изложены в работе [1].

Два измерения 2009 г. показали сильное поле ($B_e = -2250$ Гс и $+3850$ Гс). При этом, поле, измеренное по линиям металлов, оказывается на 50% больше значений, полученных тем же методом по ядру линии H β . Кривая продольного поля по водородной линии является более гладкой, в большей степени синусоидальной.

3.3.14. HD 158450 = HIP 85618 = Renson 44620

Эта звезда — член звездной группы Мамајек 2 [24] возрастом порядка 120 млн лет. Магнитное поле звезды впервые измерено нами [20]. Согласно одному измерению поля по наблюдениям 2009 г., его продольный компонент превышает 4 кГс: $B = -4350 \pm 130$ Гс.

Звезда представляет собой двойную систему. Слабый спутник 11 зв. величины на расстоянии $0. \gg 3$ был найден методом спеклинтерферометрии на БТА [14]. Лучевая скорость меняется в небольших пределах. В базе SIMBAD значения V_r варьируются от -22 км с⁻¹ до -15 км с⁻¹. В работе [5] мы измерили $V_r = -17$ км с⁻¹, а в 2009 г. измерения лучевой скорости дают значение $V_r = -15.1$ км с⁻¹.

3.3.15. HD 178892 = HIP 94155 = Renson 49740

Сильное продольное магнитное поле ($B_e = +7$ кГс) было обнаружено нами на БТА [20]. В работе Рябчиковой и др. [25] звезда была детально изучена на предмет определения химического состава и структуры магнитного поля. Тем не менее, мы продолжаем мониторинг этой звезды (см. работы [1, 2, 19]). В 2009 г. получено три новых измерения магнитного поля.

Звезда визуально-двойная, но данных о лучевой скорости в литературе нет. Наши результаты измерения спектров свидетельствуют, что лучевая скорость в 2009 г. была постоянной на уровне $V_r = -19 \text{ км с}^{-1}$.

3.3.16. HD 184471 = HIP 96177 = Renson 50890

Магнитное поле звезды впервые обнаружено нами [20]. Оба измерения 2009 г. показали продольное поле положительной полярности. Звезда спектрально-двойная с переменной лучевой скоростью [6].

3.3.17. HD 199180 = HIP 103246 = Renson 55460

Звезду для исследований в качестве кандидата в магнитные звезды предложил швейцарский астроном П. Норт. Наши наблюдения звезды начались в 2007 г. и их результаты опубликованы в статье [1]. В 2007 г. поля найдено не было, в 2008 г. наблюдения объекта не выполнялись, а одно измерение 2009 г. показало присутствие слабого магнитного поля величиной $B_e = -440 \pm 50 \text{ Гс}$. Наблюдения объекта следует продолжить. Не исключено, что звезда имеет очень большой, до нескольких лет, период вращения. Профили спектральных линий имеют инструментальную ширину.

3.3.18. HD 201174 = HIP 104170 = Renson 56130

Эта химически пекулярная звезды типа SrCrEu с большой депрессией в континууме является членом рассеянного скопления NGC 7039. Магнитное поле найдено ранее в наших наблюдениях [1]. Два наблюдения звезды в 2009 г. показали наличие продольного поля B_e переменной полярности. Видно, что поле по ядру линии $H\beta$ меньше измеренного по линиям металлов.

Переменность лучевой скорости не зарегистрирована, наши результаты практически совпадают с литературными данными (в SIMBAD $V_r = -21.0 \text{ км с}^{-1}$). Проекция скорости вращения на луч зрения меньше инструментальной величины в 20 км с^{-1} .

3.3.19. HD 216018 = HIP 112705 = Renson 59680

Звезда с очень медленным вращением. Матис и Хубриг [26] на основании измерений по расщепленным зеемановским компонентам модуля поверхностного поля B_s нашли, что период вращения звезды должен быть более трех лет. Два наших измерения продольного поля, выполненные по спектрам, полученным в июле и октябре 2003 г., дали примерно одинаковые величины B_e ($+1112 \text{ Гс}$ и $+1190 \text{ Гс}$). Одно наше измерение 2009 г. показало $B = +1390 \pm 50 \text{ Гс}$. Наблюдения продольного поля следует продолжать.

В базе SIMBAD приведена величина лучевой скорости звезды $V_r = -3.3 \text{ км с}^{-1}$ [8]. Наш результат измерения V_r существенно отличается, указывая на возможную двойственность звезды.

3.3.20. HD 217401 = HIP 113581 = Renson 59960

Двойная система ADS 16437 AB. Два измерения продольного поля в 2009 г. дают противоречивые результаты. Поле обнаруживается только в одном случае, тогда как во втором признаков его наличия нет. Доказательств существования поля у HD 217401 недостаточно, и требуется продолжить ее магнитный мониторинг.

По нашей оценке величина проекции скорости вращения на луч зрения $v_e \sin i$ равна 50 км с^{-1} .

3.3.21. HD 221936 = BD +51° 3661 = Renson 59960

Магнитное поле этой звезды найдено нами на БТА. Кривая переменности продольного поля B_e представлена в работе [1]. В 2009 г. были проведены наблюдения звезды, подтвердившие большую величину продольного поля, которое по ядрам линий водорода в 3 раза меньше, чем по металлам. HD 221936 имеет один из самых коротких периодов вращения среди магнитных CP-звезд: $P = 0^d 63195$. Относительно небольшая величина $v_e \sin i = 45 \text{ км с}^{-1}$ при таком коротком периоде означает, что угол i должен быть меньше 15° . Значительное изменение продольного поля (от -2.5 до $+3.1 \text{ кГс}$) служит указанием на очень сильное поле на поверхности. Звезда является прекрасным кандидатом для выполнения магнитного картирования.

3.3.22. HD 225627 = BD +34° 3697 = Renson 51520

Новая магнитная CP-звезда типа Sr. Слабое продольное поле обнаружено впервые. Мы нашли $v_e \sin i = 27 \pm 3 \text{ км с}^{-1}$. Объект слабо изучен.

3.3.23. HD 258686 = HIP 113581 = Renson 12290

Эта визуально-двойная система со спутником $m_V = 11.5$ на расстоянии $1. \gg 5$ подробно описана в работе Кудрявцева и Романиюка [4]. Магнитное поле впервые обнаружено на БТА [20]. В 2009 г. получено два измерения продольного поля, которые подтверждают, что звезда обладает сильнейшим полем. Продольный компонент поля B_e имеет постоянную положительную полярность и превышает 7 кГс в максимуме. Поле, измеренное по ядрам линий водорода, на 30% меньше найденного по металлам. Звезда относится к скоплению Collinder 95. Лучевая скорость, найденная нами, отличается от приведённой в базе SIMBAD ($V_r = +28.0 \text{ км с}^{-1}$) [8]. По нашим данным, скорость вращения $v_e \sin i = 30 \pm 2 \text{ км с}^{-1}$.

3.3.24. *HD 343872 = BD +24° 3675 = Renson 49880*

Как магнитная, звезда ранее была найдена нами на БТА. Больше деталей, описывающих звезду, можно найти в работе [2]. Два измерения 2009 г. подтверждают наличие сильного поля положительной полярности. Поле по водороду примерно на 10% ниже, чем по линиям металлов. Звезда имеет наибольшую среди всех СР-звезд величину и амплитуду переменности индекса Δa Венской фотометрической системы. У звезды есть спутник 14^m на расстоянии $0. >> 8$ от главного компонента [14]. Переменности лучевой скорости мы не нашли.

3.3.25. *BD +00° 4535 = Renson 54570*

Новая магнитная звезда. Предложена для наблюдений В. Г. Елькиным. Продольное магнитное поле $B_e = +3130 \pm 300$ Гс не оставляет сомнения в магнитной природе звезды. Для *BD +00° 4535* мы определили лучевую скорость $V_r = +3.3 \pm 1.1$ км с⁻¹ и проекцию скорости вращения на луч зрения $v_e \sin i = 32 \pm 3$ км с⁻¹.

3.4. СР-звезды, у которых в наблюдениях 2009 г. магнитное поле не обнаружено

3.4.1. *HD 22326 = HIP 16915*

Звезда спектрального класса F7 в скоплении Melotte 20. В литературе нет никаких упоминаний о химических аномалиях в спектре этой звезды. В каталог [22] она также не входит. По всей видимости, HD 22326 была включена в программу наблюдений ошибочно, либо использовалась с целью калибровки основных данных. Магнитное поле не обнаружено, а лучевые скорости совпадают с данными из SIMBAD. Дальнейшие наблюдения этой звезды для поиска поля нецелесообразны.

3.4.2. *HD 23924 = BD +22° 573 = Renson 6126*

Этот член скопления Melotte 22 (Плеяды) наблюдался нами ранее, детали приведены в статье [1]. Единственное измерение поля в 2009 г. дало значение $B_e = -350 \pm 180$ Гс. Имеющиеся у нас измерения продольного поля не позволяют считать звезду магнитной в пределах достижимой точности.

Согласно нашим измерениям, звезда относится к медленным ротаторам: $v \sin i = 35$ км с⁻¹.

Спектральный класс звезды в каталоге [22] указан как A3–A7, что характерно для Am-звезд.

3.4.3. *HD 32549 = HIP 23607 = Renson 8280*

Одно измерение магнитного поля этой пекулярной звезды класса B9p в 2009 г. показало нулевой результат, впрочем, как и другие наши попытки [2]. Между тем, Орьер и др. [27] предполагают наличие поля у HD 32549 на уровне порядка 100 Гс. Профили линий очень сложные, переменные во времени, что затрудняет точную диагностику эффекта Зеемана. К тому же, звезда быстро вращается. По нашей оценке $v_e \sin i = 50$ км с⁻¹.

Лучевая скорость ($V_r = +12.6 \pm 2.8$ км с⁻¹), найденная нами, в пределах ошибок совпадает с данными в базе SIMBAD ($V_r = +16.8$ км с⁻¹) [8].

3.4.4. *HD 48331 = BD +10° 1240*

Эта звезда в скоплении NGC 2264 в каталоге [22] не упоминается. Объект быстро вращается: в зарегистрированных спектрах присутствуют три очень широких линии. Наши измерения дают верхнюю оценку магнитного поля менее 2 кГс, что сопоставимо с ошибками измерения. Похоже, что HD 48331 — нормальная B-звезда.

3.4.5. *HD 52711 = HIP 34017*

Звезда спектрального класса G0 с большим собственным движением. В каталоге [22] HD 52711 не значится и ранее на предмет наличия магнитного поля не изучалась. В список наблюдений была включена как временный стандарт нулевого поля. Измерения циркулярно поляризованных спектров звезды в 2009 г. показали значение $B_e = +40 \pm 10$ Гс, что с учетом реализуемой точности метода свидетельствует об отсутствии поля. Обилие линий в спектре HD 52711 позволяет в будущем при измерениях поля использовать звезду, как первичный стандарт нуля.

Лучевая скорость ($V_r = +24.2 \pm 1.5$ км с⁻¹), измеренная нами, совпадает с данными, представленными в базе SIMBAD: $V_r = +24.5$ км с⁻¹ [8].

3.4.6. *HD 93294 = HIP 53671 = ADS 7922AB*

В базе SIMBAD HD 93294 обозначена как двойная или кратная химически пекулярная звезда, однако в каталоге [22] не упоминается. Сведений о магнитном поле в литературе также нет. В 2009 г. на БТА звезда наблюдалась однажды. Попытка найти продольное поле звезды по эффекту Зеемана в линиях металлов дала отрицательный результат: $B_e = +50 \pm 50$ Гс.

3.4.7. *HD 168856 = HIP 90030 = Renson 47330*

Магнитное поле звезды ($B_e = -600$ Гс) обнаружено Хубриг и др. [28]. Наше одно измерение 2009 г. не показало присутствия поля.

По нашим оценкам $V_r = -19.1 \pm 2.4$ км с⁻¹, что отличается от значения лучевой скорости, представленного в базе SIMBAD ($V_r = -9.80$ км с⁻¹) [8].

3.4.8. *HD 170860 = BD-19° 5058A = Renson 47330*

Двойная CP-звезда с большой величиной индекса Δa является членом скопления IC 4725. В измерениях 2009 г. магнитного поля не найдено. Наш результат подтверждает более ранние исследования, отраженные в литературе [29]. Надо отметить, что широкие линии сложной формы в спектре делают невозможными точные измерения поля применяемыми методами.

3.4.9. *HD 178308 = BD+27° 3248A = Renson 47330*

У этой химически пекулярной звезды в измерениях 2009 г. магнитное поле не найдено.

Наше определение $V_r = -28.2 \pm 2.7 \text{ км с}^{-1}$ в пределах ошибок совпадает с величиной лучевой скорости в базе SIMBAD ($V_r = -30.4 \text{ км с}^{-1}$) [8].

Звезда характеризуется умеренным вращением: $v_e \sin i = 63 \pm 3 \text{ км с}^{-1}$.

3.4.10. *HD 182255 = HIP 95260 = Renson 50370*

Химически пекулярная звезда. Детальному изучению посвящена работа Зверко и др. [30].

Магнитного поля в измерениях 2009 г. не найдено.

3.4.11. *HD 198920 = HIP 103111 = Renson 55380*

Пекулярная звезда спектрального класса F2, возможно металлического типа. Линии хотя и узкие, но магнитное поле найти не удалось.

3.4.12. *BD+41° 43 = Renson 390*

Принадлежность звезды к классу магнитных CP-звезд была установлена нами [20].

Подробно объект описан в статье [1]. Звезда имеет слабое поле. Одно измерение 2009 г. дало нулевой результат. По нашим оценкам, $v_e \sin i = 30 \pm 3 \text{ км с}^{-1}$.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 2009 г. на 6-м телескопе САО с использованием зеemanовского анализатора мы провели наблюдения 44 звезд. Четыре звезды с узкими линиями были использованы с калибровочными целями как стандарты без поля. Еще четыре ранее известные и хорошо изученные магнитные звезды (HD 65339, HD 112413, HD 137909 и HD 201601) использовались нами, как стандарты с известными магнитными кривыми: также для процедур калибровки и стандартизации измерений. По итогам работы у четырех CP-звезд (HD 5441, HD 199180, HD 225627, BD +00° 4535) удалось впервые обнаружить магнитное поле путем измерения его продольной составляющей. Для 21 объекта статус

магнитной звезды был подтвержден. У 11 звезд признаки магнитного поля найти не удалось.

Наши измерения продольного поля по линиям разных элементов свидетельствуют о том, что поле, полученное по линиям водорода, систематически ниже того, что получается по линиям металлов. Разница колеблется в широких пределах от 10% до 2–3 раз. По всей видимости, наблюдаемые различия возникают не вследствие каких-то методических причин, а из-за разных физических условий в атмосферах звезд или разной топологии звездных магнитных полей. В частности, нами представляется, что вертикальная (радиальная) структура поля у разных объектов может быть разной.

В заключение можем подтвердить, что и в 2009 г. наша система магнитных измерений оставалась стабильной и соответствовала международной. Для звезд с достаточно узкими линиями нижний предел обнаружения поля равен 100 Гс, если использовать классический метод измерения эффекта Зеемана по смещению центров тяжести спектральных линий в поляризованных спектрах.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность Г. А. Чунтонову за содействие в подготовке к наблюдениям и их обеспечении. Авторы благодарят Российский научный фонд (грант РНФ 14-50-00043), при поддержке которого было выполнено настоящее исследование. В статье использовались данные наблюдений 6-м телескопа САО РАН, работающего при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (соглашение №14.619.21.0004, проект PRFMEFI61914X0004).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. I. I. Romanyuk, E. A. Semenko, and D. O. Kudryavtsev, *Astrophysical Bulletin* **69**, 427 (2014).
2. I. I. Romanyuk, E. A. Semenko, and D. O. Kudryavtsev, *Astrophysical Bulletin* **70**, 444 (2015).
3. D. O. Kudryavtsev and I. I. Romanyuk, in *Magnetic Stars* (Nizhnij Arkhyz, 2011), p. 104.
4. D. O. Kudryavtsev and I. I. Romanyuk, *Astronomische Nachrichten* **333**, 41 (2012).
5. D. O. Kudryavtsev, I. I. Romanyuk, E. A. Semenko, and G. A. Solov'ev, *Astrophysical Bulletin* **62**, 147 (2007).
6. H. A. McAlister, W. I. Hartkopf, E. M. Hendry, et al., *Astrophys. J. Suppl.* **51**, 309 (1983).
7. G. Scholz, *Astronomische Nachrichten* **305**, 325 (1984).
8. N. V. Kharchenko, R.-D. Scholz, A. E. Piskunov, et al., *Astronomische Nachrichten* **328**, 889 (2007).

9. G. M. Hill, D. A. Bohlender, J. D. Landstreet, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **297**, 236 (1998).
10. G. A. Wade, J.-F. Donati, J. D. Landstreet, and S. L. S. Shorlin, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **313**, 851 (2000).
11. H. W. Babcock, *Astrophys. J. Suppl.* **3**, 141 (1958).
12. G. Farnsworth, *Astrophys. J.* **76**, 313 (1932).
13. J. Silvester, O. Kochukhov, and G. A. Wade, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **440**, 182 (2014).
14. D. A. Rastegaev, Y. Y. Balega, V. V. Dyachenko, et al., *Astrophysical Bulletin* **69**, 296 (2014).
15. I. I. Romanyuk, D. O. Kudryavtsev, E. A. Semenko, and I. A. Yakunin, *Astrophysical Bulletin* **70**, 456 (2015).
16. Y. Y. Balega, V. V. Dyachenko, A. F. Maksimov, et al., *Astrophysical Bulletin* **67**, 44 (2012).
17. S. C. Wolff, *Astrophys. J.* **202**, 127 (1975).
18. J. D. Landstreet and G. Mathys, *Astron. and Astrophys.* **359**, 213 (2000).
19. E. A. Semenko, I. A. Yakunin, and E. Y. Kuchaeva, *Astronomy Letters* **37**, 20 (2011).
20. D. O. Kudryavtsev, I. I. Romanyuk, V. G. Elkin, and E. Paunzen, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **372**, 1804 (2006).
21. E. Semenko and A. Moiseeva, in preparation (2016).
22. P. Renson and J. Manfroid, *Astron. and Astrophys.* **498**, 961 (2009).
23. O. Kochukhov, A. Lundin, I. Romanyuk, and D. Kudryavtsev, *Astrophys. J.* **726**, 24 (2011).
24. E. Jilinski, V. G. Ortega, R. de la Reza, et al., *Astrophys. J.* **691**, 212 (2009).
25. T. Ryabchikova, O. Kochukhov, D. Kudryavtsev, et al., *Astron. and Astrophys.* **445**, L47 (2006).
26. G. Mathys and S. Hubrig, *Astron. and Astrophys. Suppl.* **124** (1997).
27. M. Aurière, G. A. Wade, J. Silvester, et al., *Astron. and Astrophys.* **475**, 1053 (2007).
28. S. Hubrig, P. North, M. Schöller, and G. Mathys, *Astronomische Nachrichten* **327**, 289 (2006).
29. V. D. Bychkov, L. V. Bychkova, and J. Madej, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **394**, 1338 (2009).
30. J. Zverko, J. Žižňovský, I. Iliev, et al., *Astrophysical Bulletin* **66**, 325 (2011).

Results of Magnetic Field Measurements of CP-Stars Performed with the 6-m Telescope. III. Observations in 2009

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

We present the results of measuring longitudinal magnetic fields (B_e), rotation velocities ($v_e \sin i$), and radial velocities (V_r) of 44 stars observed with the Main Stellar Spectrograph (MSS) of the 6-m BTA telescope of the Special Astrophysical Observatory in 2009. For the first time, magnetic fields were detected for the stars HD 5441, HD 199180, HD 225627, and BD +00°4535. We show that for the same stars, the longitudinal fields B_e measured from the $H\beta$ hydrogen line core and from metal lines can differ by 10% and up to a factor of 2–3. Except in rare cases, magnetic fields measured from the metal lines are stronger. We believe that this phenomenon is of a physical nature and depends on the magnetic field topology and the physical conditions inside a specific star. Observations of standard stars without magnetic fields confirm the absence of systematic errors capable of introducing distortions into the longitudinal-field measurement results. In this work we comment on the results for each of the stars.

Keywords: stars:magnetic field — stars:chemically peculiar