

УДК 524-35-337:52-14(083.8)

## КАТАЛОГ СРЕДНИХ МАГНИТНЫХ ФАЗОВЫХ КРИВЫХ ЗВЕЗД. II. ДОПОЛНЕНИЕ КО ВТОРОМУ КАТАЛОГУ

© 2025 В. Д. Бычков<sup>1\*</sup>, Л. В. Бычкова<sup>1\*\*</sup><sup>1</sup>Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук, Нижний Архыз, 369167 Россия

Поступила в редакцию 8 марта 2025 года; после доработки 30 августа 2025 года; принята к публикации 4 сентября 2025 года

Основные цели работы: получение средних магнитных фазовых кривых звезд для определения их параметров с целью описания магнитного поведения и статистических исследований. Необходимость проведения этой работы была вызвана двумя причинами: появлением новых высокоточных магнитных измерений, которые позволили уточнить параметры переменности для некоторых звезд, исследовавшихся ранее; наличием новых магнитных звезд, для которых были определены периоды вращения благодаря высокоточной фотометрии космических миссий. В результате этого дополнения в настоящий момент имеются средние магнитные фазовые кривые 415 звезд, из которых 258 являются Ар/Вр-звездами. Такое большое количество Ар/Вр-звезд позволяет не только судить о параметрах переменности, но и попытаться найти причину, объясняющую сверхмедленное вращение некоторых из этих звезд.

Ключевые слова: каталог — звезды: фундаментальные параметры — звезды: магнитные поля — звезды: вращение

### 1. ВВЕДЕНИЕ

Магнитные поля (МП) играют важную роль в физике и эволюции звезд. Наблюдаемые магнитные поля многих объектов переменные со временем, как правило, с некоторыми периодами. Поэтому для того, чтобы корректно судить о магнитном поведении звезды, требуется магнитный мониторинг, позволяющий получить надежную магнитную фазовую кривую (МФК) с периодом, которая сохраняет свои параметры на достаточно длительном интервале времени. Это справедливо для относительно горячих звезд с твердотельным вращением. Изученная переменность магнитных полей у большого числа звезд позволяет сделать обоснованные заключения о виде магнитных фазовых кривых и параметрах этой переменности. Это важно для понимания происхождения, физики и эволюции магнитных полей звезд.

В данной работе представлены магнитные фазовые кривые  $B_l(\phi)$  и  $B_s(\phi)$ , где  $\phi$  — фаза вращения, полученные из современных опубликованных наблюдений временных рядов  $B_l(t)$  и  $B_s(t)$  звезд различных спектральных типов.

Мы получили 76 синусоидальных магнитных фазовых кривых для 55 звезд и 51 двухволновую фазовую кривую для 36 звезд, отражающих

различные геометрии вращающегося глобального магнитного поля. Эта статья является продолжением второго каталога магнитных фазовых кривых, опубликованного Bychkov et al. (2021a). В сумме в этом дополнении представлены средние МФК для 123 звезд. Всего в наших каталогах — каталог I (Bychkov et al., 2005) и каталог II (Bychkov et al., 2021a) — собраны сведения о МФК 415 звезд, из которых 258 являются Ар/Вр-звездами. Особое внимание следует уделить сверхмедленно вращающимся Ар/Вр-звездам. В настоящее время известны 24 Ар-звезды, периоды вращения которых превышают 100 дней (см. Bychkov et al. (2005; 2021a) и настоящую работу). Возможные причины сверхмедленного вращения этих объектов будут рассмотрены в отдельных работах.

Магнитные поля звезд обнаруживаются и измеряются с помощью зеемановского расщепления спектральных линий в циркулярно-поляризованном или неполяризованном свете. Первый метод определяет продольную (эффективную) напряженность магнитного поля  $B_l$ , а второй — величину поверхностного поля  $B_s$ . Считается, что глобальные магнитные поля вмерзены в вещество звезд и вращаются вместе со звездой. Поэтому обе скалярные наблюдаемые величины  $B_l$  и  $B_s$  демонстрируют периодические изменения, вызванные вращением звезды. Согласно Bychkov et al. (2021a), около 75% звезд имеют чисто гар-

\*E-mail: vbych@sao.ru

\*\*E-mail: lbych@sao.ru

монические МФК, что соответствует глобальным магнитным полям дипольной структуры (в рамках модели наклонного ротатора, Babcock, 1960; Stibbs, 1950), а около 25% имеют двухволновую МФК, что соответствует квадрупольной структуре магнитного поля (Schwarzschild, 1950).

Это справедливо для медленно вращающихся горячих звезд, которые демонстрируют жесткое твердотельное вращение. Но для звезд, демонстрирующих дифференциальное вращение, например, холодных красных карликов определение надежной фазовой зависимости не представляется возможным. В таком случае можно получить достоверную фазовую зависимость только для относительно короткого интервала измерений (обычно не более нескольких десятков дней). На более длительном интервале времени период, конфигурация и напряженность магнитного поля могут изменяться (физическая переменность магнитного поля). Магнитный или фотометрический мониторинг звезды выявляет другие непериодические эруптивные или вековые внутренние вариации глобального магнитного поля (циклы активности солнечного типа). Они изменяют параметры и вид магнитных фазовых кривых в течение достаточно длительного периода времени.

## 2. ЗВЕЗДЫ РАЗНЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ТИПОВ

Приблизительно 10% ОВА-звезд имеют достаточно сильные МП (Grunhut et al., 2017; Sikora et al., 2019b), достигающие по напряженности нескольких тысяч Гаусс (Bychkov et al., 2005; 2021a). Наблюдаемые продольные МП этих звезд меняются с фазой вращения, что достаточно хорошо описывается моделью наклонного ротатора (Schwarzschild (1950); Stibbs (1950); Babcock (1960); Preston (1971); Kurtz and Martinez (2000) и многие другие). В основном магнитные поля стабильны на протяжении всего периода исследований (около 75 лет), и лишь у некоторых предполагается небольшая физическая переменность (Bychkov et al., 2021b).

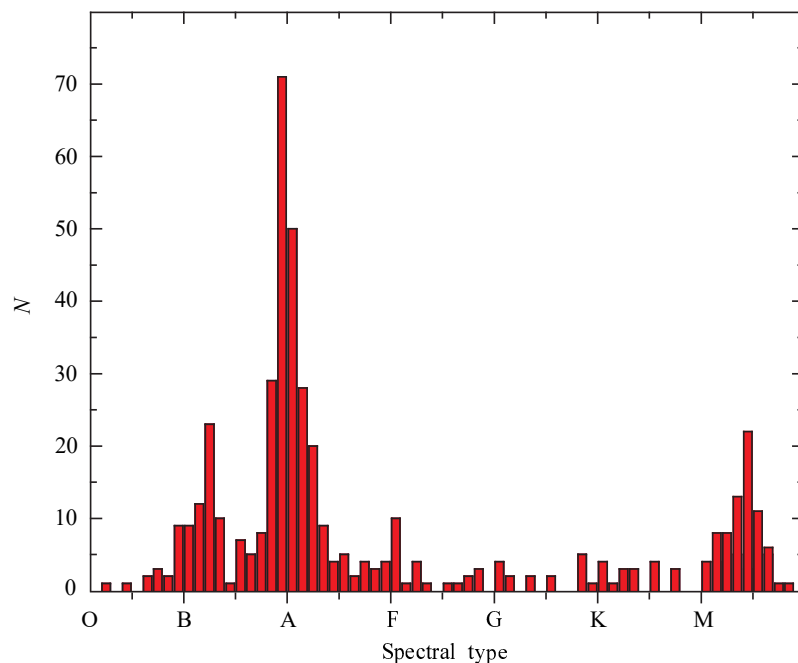
Сильные магнитные поля стабилизируют атмосферы горячих звезд (Deutsch, 1970), что позволяет эффективно работать механизму селективной диффузии в атмосферах данных объектов и образовывать локальные области (пятна) повышенного содержания, как правило, редкоземельных элементов и элементов железного пика (Michaud et al., 1981; Alecian, 2015; Alecian and Stift, 2019). При этом химический избыток избранных элементов обычно наблюдается в определенных сочетаниях. Это позволило объединить их в особые группы с характерным набором избытков элементов

(Preston, 1974; Jaschek and Egret, 1982; Maitzen, 1984). Выделенные пятна избытка элементов имеют иную поверхностную температуру, что приводит к модуляции блеска с периодом вращения (Krtićka et al. (2009; 2015; 2012), и многие другие).

Фотометрическая переменность дает прекрасную возможность с высокой точностью оценивать период вращения этих звезд (Stibbs, 1950; Renson and Catalano, 2001; Metlova et al., 2014 и другие). Существенно расширила возможности определения периодов этих звезд высокоточная фотометрия космических миссий Kepler, TESS и других (Balona et al., 2019; David-Uraz et al., 2019; Sikora et al., 2019a). Благодаря этому Labadie-Bartz et al. (2023) и ряд других исследователей получили возможность с высокой точностью определять периоды магнитных CP-звезд (mCP-звезд). Точное знание периодов существенно облегчает построение магнитных фазовых кривых (Yakunin et al., 2023) и, таким образом, увеличивает статистику наблюдаемых периодов и параметров МФК. Это позволит в дальнейшем уточнить сценарии, объясняющие происхождение глобальных магнитных полей звезд. Но следует указать на некоторую селективность такого подхода. Она связана с тем, что возможность получения высокоточных фотометрических данных, благодаря космическим миссиям TESS, Kepler, Gaia и других, появилась относительно недавно. Вследствие этого поиск и точное определение периодов продолжительностью более 50 дней, как правило, затруднительны (Mathys et al., 2024). В настоящее время с помощью космических миссий удается находить только относительно короткие периоды. Надежное определение периодов mCP-звезд необходимо также с точки зрения изучения необычайно медленного вращения этих объектов. За последнее время существенно увеличилось количество звезд, для которых могут быть получены средние магнитные фазовые кривые по оценкам поверхностного МП (Giarrusso et al., 2022).

Для ряда звезд не так давно были опубликованы дополнительные высокоточные измерения, что позволило уточнить фазовые зависимости переменности магнитного поля. Наиболее исследованными до сих пор остаются mCP-звезды, основные свойства которых перечислены ниже:

- 1) стабильные МП заморожены в вещество звезды и жестко вращаются с ней;
- 2) на поверхности этих звезд наблюдаются локальные области (пятна), имеющие повышенное содержание некоторых (как правило, редкоземельных) элементов в характерных сочетаниях;
- 3) пятна повышенного содержания элементов имеют пониженную температуру относительно окружающей поверхности звезды, что приводит к заметной фотометрической переменности;



**Рис. 1.** Количество звезд с известными МФК в зависимости от спектрального типа. Включены 43 объекта (красные карлики от M0 до M6), магнитное поведение которых изучалось в работе Donati et al. (2023).

**Таблица 1.** Количество звезд различных типов с известными магнитными фазовыми кривыми

Тип звезд	Число	Тип звезд	Число
Ap/Bp	258	Stars hosting planets	8
var $\beta$ Cep type	18	Normal chem. comp. stars	6
Slowly Pulsating B-stars	9	Be stars	6
High Proper Motion stars	14	var $\delta$ Sct type	3
var $\delta$ Cep type	2	Semi-regular var pulsating	3
Multiple stars	19	Flare stars	17
Pulsating stars	6	Ae/Be Herbig stars	10
var BY Dra	12	T Tau stars	6
var Ori type	5	Pre-main sequence	3
Rotationally var stars	20	EB, Algol type + BY Dra type	1
var RS CVn type	2	Blue supergiant star	2
Wolf-Rayet star	2		

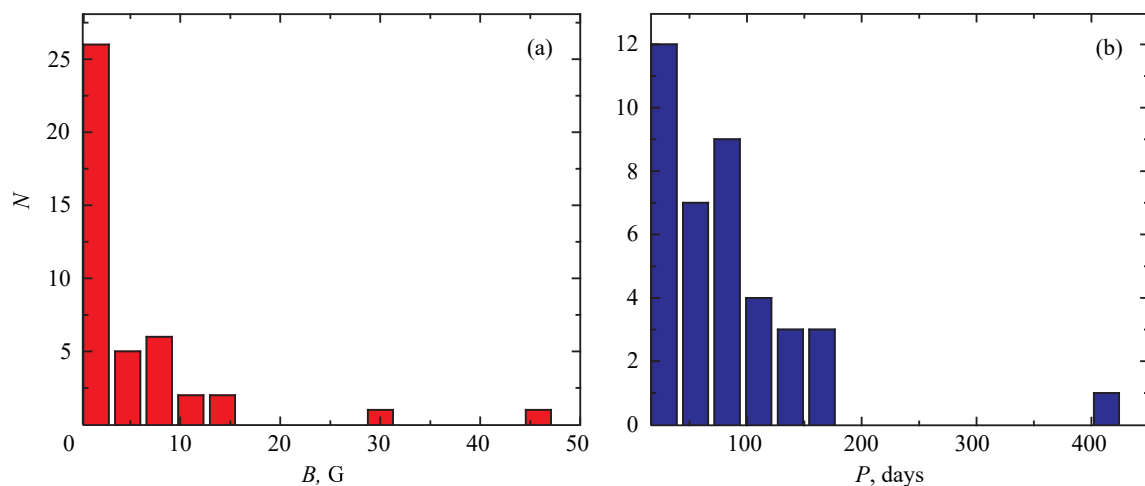
- 4) существует связь между средней напряженностью МП и химическими особенностями (Bychkov et al., 2009);
- 5) получена частота встречаемости наблюдаемой напряженности МП для каждого типа химической пекулярности (Bychkov et al., 2009).

В таблице 1 приводится количество звезд разных типов, для которых известны средние магнитные фазовые кривые. Указать однозначно тип звезды бывает затруднительно, так как один и тот же объект можно отнести одновременно к разным типам. Так, например, HD 96446 является переменной типа  $\beta$  Сер и одновременно имеет повы-

шенное содержание гелия, то есть является He-г звездой. HD 97048 классифицируют и как TTS, и как Ae/Be Herbig. Вспыхивающая DT Vir является двойной, состоящей из компонентов типа UV + RS (Flare + RS CVn type stars). На рис. 1 представлена гистограмма, показывающая распределение количества звезд с известными МФК в зависимости от спектрального типа.

### 2.1. Глобальные магнитные поля поздних звезд

Впервые сильное поверхностное магнитное поле у холодных звезд, достигающее 3800 Гс, было



**Рис. 2.** Панель (а): распределение по частоте встречаемости напряженности магнитных полей красных карликов. Панель (b): частотное распределение периодов магнитного поля красных карликов. Данные для построения распределений были взяты из работы Donati et al. (2023).

обнаружено у красного карлика M3 AD Leo (Saar and Linsky, 1985; Saar et al., 1986). Изменения параметров магнитного поля у таких звезд были показаны Bychkov et al. (2021a); Donati et al. (2008). В настоящее время значительный прогресс в изучение магнитного поведения этих объектов был достигнут при выполнении программы магнитного обзора SPIRou в ближнем инфракрасном диапазоне, проводимой на CFHT (телескоп Канада—Франция—Гавайи) (Donati et al., 2023). В ходе этого обзора было получено 6700 измерений магнитного поля для 43 красных карликов в спектральном диапазоне от M0 до M5.5 в интервале времени 2019–2022 гг. со средней точностью около 4 Гс (диапазон ошибок составил от 1 до 15 Гс в зависимости от объекта). Количество полученных измерений для одной звезды колебалось от 50 до 247 и в среднем составляло около 150. На примере ряда объектов показано, как изменяются вид и параметры фазовых кривых со временем. Параметры фазовых кривых целесообразно определять только на очень ограниченных временных интервалах, а затем, последовательно сравнивая, отслеживать их изменение со временем. Это изменение в первом приближении можно представить как суперпозицию двух гармонических зависимостей с близкими периодами. По-видимому, имеются два диполя (или более), оси которых (магнитные полюса) разнесены по широте. Из-за дифференциального вращения звезды эти диполи вращаются с близкими, но разными периодами, соответствующими широтам, на которых они расположены. Кроме того, вероятно переменность напряженности самих пятен, что может еще больше усложнить наблюдаемую магнитную переменность звезды. Измеренные значения напряженности магнитного поля варьиру-

ются от единиц до десятков гаусс, а периоды — от единиц до сотен дней. На рис. 2 представлены гистограммы распределения напряженности (а) и периодов (b) для этих объектов. Это чрезвычайно интересные наблюдательные проявления, которые, несомненно, предоставляют большие возможности для теоретических исследований (Donati et al., 2023). В качестве примера приведем оценки магнитного поля и магнитную кривую по ним, показанную на рис. 3 для звезды GJ 1289 (спектральный класс M4.5Ve) с основным периодом вращения 73.66 дня. Магнитное поле звезды GJ 1289 наблюдалось более трех лет, что составляет более 15 периодов, и за это время было получено 204 оценки магнитного поля.

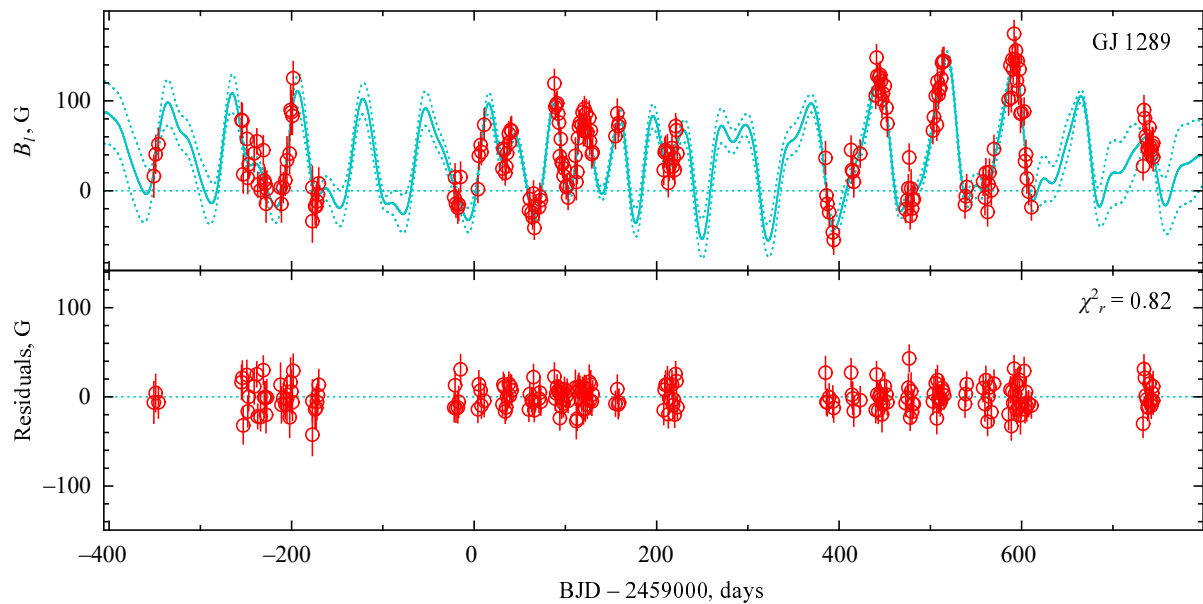
Этот пример иллюстрирует, что для звезд, испытывающих дифференциальное вращение, построение МФК затруднительно. Поэтому основной упор в представленной нами работе сделан на относительно горячих объектах (вращающихся твердотельно) в атмосферы которых вморожено магнитное поле, и, следовательно, имеющих стабильные МФК.

### 3. ПАРАМЕТРЫ СРЕДНИХ МАГНИТНЫХ ФАЗОВЫХ КРИВЫХ

Периодические изменения продольного (эффективного) или поверхностного магнитного поля  $B_l$  или  $B_s$ , являются функциями фазы вращения, определяемой как

$$\phi = 2\pi \left( \frac{T_i - T_0}{P} \right), \quad (1)$$

где число  $T_i$  обозначает время измерения,  $P$  — период, а  $T_0$  — время, соответствующее нулевой фазе  $\phi_0$ .



**Рис. 3.** Пример магнитного мониторинга красного карлика GJ 1289 с периодом вращения 73.66 суток, проведенного Donati et al. (2023). Красными точками отмечены оценки магнитного поля в зависимости от времени получения. В течение чуть более трех лет, что составляет около 15 периодов, было получено 204 оценки. Аппроксимированная кривая, описывающая магнитное поведение GJ 1289 во время мониторинга, показана сплошной линией. Две пунктирные кривые указывают на точность аппроксимации. На рисунке видно, как изменяется фазовая зависимость магнитного поля от периода к периоду. Рисунок взят из работы Donati et al. (2023).

Магнитные фазовые кривые, собранные в этой статье, аппроксимируются одним или двумя низшими членами разложения Фурье (одиночная или двойная синусоида соответственно).

Для всех звезд с достаточным количеством измерений магнитного поля  $B_l$  и известным периодом магнитной переменности  $P_{\text{mag}}$ , мы определили наилучшее соответствие  $B_l$  фазе  $\phi$  методом наименьших квадратов:

$$B_{ei}(\phi) = B_0 + B_1 \cos(\phi - \pi), \quad (2)$$

где параметр  $B_0$  — это среднее поле, а  $B_1$  равен половине амплитуды. Начальная эпоха,  $T_0$ , соответствует минимуму наилучшей МФК.

Когда форма фазовой кривой магнитных измерений получалась сложнее простого косинуса, мы добавляли вторую гармонику:

$$B_{ei}(\phi) = B_0 + B_1 \cos(\phi + z_1) + B_2 \cos(2\phi + z_2), \quad (3)$$

где фазы  $z_1$  и  $z_2$  также определяются процедурой подгонки.

Ключевым фактором является период. Обычно мы выбирали его из литературных источников. Чаще всего это фотометрические данные, но иногда мы сами определяли или уточняли периоды, применяя стандартные методы частотного анализа.

#### 4. РЕЗУЛЬТАТЫ

В таблице 2 приведены верхние пределы наблюдаемой переменности МП для звезд разных

типов, позволяющие прямо оценивать энергию их глобальных магнитных полей, а также влияние МП на физику и эволюцию этих объектов. Это один из основных результатов данной работы. Следует обратить внимание на то, что напряженность магнитного поля (первой гармоники  $B_1$ ) у звезд со сложной МФК выше, чем у таких же объектов с простой одноволновой фазовой кривой. Возможные физические причины такого эффекта, как и энергетика глобальных МП, будут рассматриваться в отдельных работах.

В таблице 3 приведены средние магнитные фазовые кривые и параметры исследуемых объектов.

В таблице 4 представлены параметры одноволновых фазовых кривых звезд, а также параметр  $r$ , который определил Stibbs (1950). Параметр  $r$  связывает как угол  $\beta$  между осью магнитного диполя и осью вращения, так и угол  $i$  между осью вращения и лучом зрения:

$$r = \frac{\cos \beta \cos i - \sin \beta \sin i}{\cos \beta \cos i + \sin \beta \sin i} = \frac{B_l(\min)}{B_l(\max)}. \quad (4)$$

В таблице 5 приведены параметры двуволновых фазовых кривых звезд.

В таблице 6 указан список перекрестных ссылок.

**Таблица 2.** Максимальные значения полуамплитуд  $B_1$  и  $B_2$  для различных типов звезд (из уравнений (2) и (3) соответственно)

Тип звезд	Простая синусоида $B_1(\text{max}), G$	Двойная синусоида	
		$B_1(\text{max}), G$	$B_2(\text{max}), G$
Ap/Bp	4300	5450	1550
var $\beta$ Cep type	500	450	220
Slowly Pulsating B-stars	350	260	80
High Proper Motion stars	85	70	45
var $\delta$ Cep type	80	—	—
Multiple stars	1050	5000	420
Pulsating stars	550	260	60
var BY Dra	20	25	15
var Ori type	1100	—	—
Rotationally var star	3050	3700	700
Stars hosting planets	10	3	2
Normal chemical comp. stars	1350	940	470
Be stars	400	620	300
var $\delta$ Sct type	3000	—	—
Semi-regular var pulsating	7	2	1
Flare stars	400	700	150
Ae/Be Herbig stars	1200	620	300
T Tau stars	310	350	80
Pre-main sequence	600	20	11
EB, Algol + BY Dra type	—	35	10
var RS CVn type	61	4	2
Blue supergiant star	431	—	—

**Таблица 3.** Список звезд в данном каталоге. Сведения взяты из базы SIMBAD или из оригинальных работ, ссылки на которые приводятся в описании МФК. Видимая звездная величина указана приблизительно, так как практически все исследуемые объекты фотометрически переменны

HD	Name	SpType	Remarks	$m_V, \text{mag}$
965	HIP 1127	A8p Sr	$\alpha^2$ CVn type	8.62
2453	BD +31° 59, GR And	A1 SrEuCr	$\alpha^2$ CVn type	6.90
12288	BD +68° 144, V540 Cas	A2p CrSi	$\alpha^2$ CVn type	7.75
14437	BD +42° 502, V436 And	B9p CrEuSi	$\alpha^2$ CVn type	7.26
18078	BD +55° 726	A0p SrCr	$\alpha^2$ CVn type	8.26
19712	BD –02° 563, EE Eri	A0p CrEu	$\alpha^2$ CVn type	7.3
22920	HR 1121, FY Eri	B8p Si4200, He-w	$\alpha^2$ CVn type	5.5
25267	HR 1240, tau9 Eri	Ap Si	$\alpha^2$ CVn type, SB	4.62
29578	CPD –54 685	A5p SrEuCr	$\alpha^2$ CVn type	8.49
30466	PPM 93799, V473 Tau	A0p SiCr	$\alpha^2$ CVn type	7.28
34889	HIP 24936	Ap Si	$\alpha^2$ CVn type	8.75

Таблица 3. (Продолжение)

HD	Name	SpType	Remarks	$m_V$ , mag
35177	HIP 25163, Renson 8980	B9Vp Si	$\alpha^2$ CVn type	8.13
35901	HIP 25536	Ap Si	$\alpha^2$ CVn type	9.04
36313	PPM 175879, V1093 Ori	B9Vp Si, He-w	$\alpha^2$ CVn type	8.21
36997	PPM 175932, HIP 26216	B9.5IIIp SiSr	$\alpha^2$ CVn type, multiple star	8.32
36916	HIP 26182, V1045 Ori	B8 SiMn, He-w	$\alpha^2$ CVn type	6.7
37642	PPM 188328	B9p Si, He-w	$\alpha^2$ CVn type	8.04
37140	PPM 175950, V1130 Ori	B8p SiSr, He-w	$\alpha^2$ CVn type	8.56
37210	PPM 188254, V1133 Ori	B9p Si, He-w	$\alpha^2$ CVn type	8.1
37808	HR 1957, V1051 Ori	B9III	$\alpha^2$ CVn type	6.52
41403	BD +02° 1126	B9 SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type	7.64
47103	PPM 122776	A SrEu	$\alpha^2$ CVn type	9.15
50169	HIP 32965	A3p SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type, Emis. line star	9.0
51418	PPM 49494, NY Aur	A0 SrCrEuDy	$\alpha^2$ CVn type	6.60
51684	PPM 311290	Ap SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type, multiple star	7.94
55719	HR 2727	A3p CrSrEu	$\alpha^2$ CVn type, SB	5.30
56022	HR 2746, OU Pup	A0p SiCrSr	$\alpha^2$ CVn type	4.88
59435	BD –8° 1937, V827 Mon	A5p SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type	7.97
61468	CD –27 4341	A3p EuCr	$\alpha^2$ CVn type	9.83
72968	HR 3398, 3 Hya	A1p SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type	5.72
74067	HR 3439, NY Vel	Ap SiCr	$\alpha^2$ CVn type	5.20
81009	HR 3724	A3p SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type, multiple star	7.14
89822	HR 4072, ET UMa	B9 HgSiSr	$\alpha^2$ CVn type	4.94
93507	CD –67 1494	A0p SiCr	$\alpha^2$ CVn type	8.44
94660	HR 4263, KQ Vel	A0p EuCrSi	$\alpha^2$ CVn type	6.11
96616	HR 4327, V815 Cen	Ap SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type	5.16
108662	HR 4752, 17 Com A	A0p SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type	5.24
108945	HR 4766, 21 UU Com	A2pv SrCr	$\alpha^2$ CVn type	5.5
110066	HR 4816, AX Cvn	A1p SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type	6.41
116114	BD –17° 3829	F0p SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type	7.02
126515	BD +01° 2927, FF Vir	A2p CrSr	$\alpha^2$ CVn type	7.09
130559	HR 5523, $\mu$ Lib AB	A1p SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type, double system	5.59
133029	HR 5597, BX Boo	B9p SiCrSr	$\alpha^2$ CVn type	6.36
134214	BD –13° 4081, HI Lib	F2p SrEuCr	$\alpha^2$ CVn type	7.46
134793	PPM 161337, LV Ser	A3p SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type	7.54
135679	BD +26° 2670, HIP 74678	B9 FeCrSi	$\alpha^2$ CVn type	6.96
137909	HR 5747, $\beta$ CrB	A9p SrEuCr	$\alpha^2$ CVn type	3.72
137949	PPM 230311, 33 Lib	F0p SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type	6.65
142070	BD –00° 3026	A0p SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type	7.96
144897	CD –40 10236	B8p EuCr	$\alpha^2$ CVn type	8.60
147010	BD –19° 4359, V933 Sco	B9p SiCrFe	$\alpha^2$ CVn type	7.40
149822	HR 6176, V773 Her	B9p SiCrSr	$\alpha^2$ CVn type	6.4
150562	PPM 322103, V835 Ara	A5p EuSi?	$\alpha^2$ CVn type	9.35
151525	HR 6234, 45 Her	B9p CrEu	$\alpha^2$ CVn type	5.2
154708	PPM 345739	A2 SrEuCr	$\alpha^2$ CVn type	8.76

Таблица 3. (Продолжение)

HD	Name	SpType	Remarks	$m_V$ , mag
164429	HR 6718	B9p SiSrCr	$\alpha^2$ CVn type	6.5
165474	PPM 13424B, Renson 46650	A7p SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type	7.44
166473	PPM 749478	A5p SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type	7.95
168856	PPM 201672	B9 Si	$\alpha^2$ CVn type	7.0
170000	HR 6920, 43 $\phi$ Dra	B9p Si	$\alpha^2$ CVn type, SB	4.22
170973	HR 6958, MV Ser	A0p SiCrSr	$\alpha^2$ CVn type	6.41
171247	HR 6967, V2393 Oph	B9III	$\alpha^2$ CVn type	6.41
175744	HR 7147, V828 Her	B9p Si	$\alpha^2$ CVn type	6.6
177765	CD –26 13816	A5p SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type	9.15
178892	BD +14° 3811	B9 SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type	8.9
184961	HR 7452, HIP 96417	B9IVp Si	$\alpha^2$ CVn type	6.32
187474	HR 7552, V3961 Sgr	A0p EuCrSi	$\alpha^2$ CVn type	5.32
188041	HR 7575, V1291 Aql	A0p SrCrEuKsn	$\alpha^2$ CVn type	5.63
189160	PPM 59071, V2095 Cyg	B9p Si	$\alpha^2$ CVn type	7.90
192678	PPM 38266, V1372 Cyg	A4p Cr	$\alpha^2$ CVn type	7.34
196178	HR 7870, V2015 Cyg	B9p Si	$\alpha^2$ CVn type	5.77
201174	BD +44° 3701, HIP 104170	A0p CrEuSr	$\alpha^2$ CVn type	8.80
201601	HR 8097, $\gamma$ Equ	F0p SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type	4.71
208217	CPD–62 6281	A0p SrEuCr	$\alpha^2$ CVn type	7.19
213637	BD –20° 6447	F1 EuSrCr	$\alpha^2$ CVn type	9.6
216018	BD –12° 6357	A7p SrCrEu	$\alpha^2$ CVn type	7.62
221218	HIP 115991, V352 Peg	B8/9III	$\alpha^2$ CVn type	7.12
318107	V970 Sco	B8	$\alpha^2$ CVn type	9.3
335238	BD +29° 4202	A1p CrEu	$\alpha^2$ CVn type	9.24
Stars				
37687	BD –03° 1168, PPM 188334	B8 He-wk	star	7.04
37807	PPM 188352	B8 He-w	star	7.87
107000	HIP 59998, Renson 30960	A3IVp	star	8.02
135348	HR 5668, HIP 74716	B2/3IV	star	6.03
Multiple star				
108	HIP 505	O4–8f?p	multiple star	7.38
29305	HR 1465, $\alpha$ Dor	A0III Si	multiple star	3.26
34736	BD –07° 1036	B9 Si	double system	7.82
35456	PPM 188029	B6Vp He-w	multiple star	6.94
39587	HR 2047, $\chi$ Ori	G0V	SB	4.41
40759	BD –03° 1260, HIP 28479	A0 CrEu	ecl. binary system	8.56
47129	HR 2422, V640 Mon	OIII/I–O7.5V/III	ecl. binary Plaskett's Star	6.06
54879	HIP 34612, SAO 152491	O9.7V	SB	7.65
170153	HR 6927, $\chi$ Dra	F7V	double system	3.57
180374	PPM 58048, KIC 5264818	A1Vp	ecl. binary system	8.83
189733	HIP 98505	K1.5V	host planet system	7.67
209339	HR 8399	B0IV He-r	multiple star	6.69
–	V471 Tau, HIP 17962	K2V + DA	ecl. binary system	9.37
Variability of BY Dra type stars				



Таблица 3. (Продолжение)

HD	Name	SpType	Remarks	$m_V$ , mag
1835	HR 88, HIP 1803, BE Cet	G3Ve	var BY Dra type	6.38
35296	HR 1780, V1119 Tau	F8V	var BY Dra type	5.00
43989	V1358 Ori, HIP 30030	G0V	var BY Dra type	7.95
214479	PPM 274073, fs Aqr	dM2e	var BY Dra type	9.07
High Proper Motion stars (HPMS)				
29615	HIP 21632, CD –27 1816	G3	HPMS	8.47
128167	HR 5447, 28 $\sigma$ Boo	F2V	var HPMS	4.46
Rotationally variability stars				
21699	HR 1063, V396 Per	B8IIp He-w, Si	Rotation. var	5.46
28843	HR 1441, DZ Eri	B9III Si, He-w	Rotation. var	5.75
36540	BD –04° 1162, V1101 Ori	B7III He-w	Rotation. var	8.1
36668	PPM 149130, V1107 Ori	B7Vp Si, He-w	Rotation. var	8.05
49606	HR 2519, OV Gem	B7III MnHgPSi, He-w	Rotation. var	5.8
176436	PPM 57688, KIC 10324412	B9e	Rotation. var	8.21
181436	PPM 58136, KIC 6278403	B9e	Rotation. var	8.67
184007	PPM 58402, KIC 11560273	B9e	Rotation. var	8.
225728	KIC 4180396	B8p	Rotation. var	10.40
226339	PPM 58976, KIC 5473826	B9IV Si	Rotation. var	10.86
–	BD +43° 3223, KIC 8161798	B8p	Rotation. var	10.41
Young Stellar Object				
36629	BD –04° 1164	B3 He-w	Young Stellar Object	7.7
37470	BD –06° 1274	B8p Si	Young Stellar Object	8.2
–	BD –13° 4937, NGC 6611 601	B1.5V	Young Stellar Object	10.68
Variability of $\beta$ Cep type stars				
46328	HR 2387, $\xi$ 01 CMa	B0.5IV	var $\beta$ Cep type	4.33
Variability of Orion type stars				
36982	PPM 188212, LP Ori	B2 He-r	var Ori type	8.4
37058	BD –4° 1187, Par 2083	B3p Sr, He-w	var Ori type star	7.30
–	V807 Tau, TYC 1829-214-1	K7	var Ori type	11.21
Eruptive variability stars				
188101	PPM 58952, KIC 6065699	B9e	Eruptive var star	7.74
–	HIP 70890, LHS 49, LPM 526	M5.5Ve	Eruptive var star	11.13
Pulsating variability stars				
131120	HR 5543, V1019 Cen	B7IIp He-w, Si	Pulsating var	5.0
–	BD +42° 3356, KIC 6864569	B9IV	Pulsating var	9.97
Other type stars				
18191	HR 867, RZ Ari	M6III	semi-regular var pulsating	5.80
117688	CD –61 3861, WR 55	WN7	Wolf–Rayet Star	10.90
144941	PPM 265183	B8e	Post AGB star	10.02
–	S CrA A, WDS J19011-3657	K7V	CTTS, binary system	10.91

Кроме того, в Дополнительных материалах мы приводим магнитные фазовые кривые (171 МФК) и комментарии к ним. На рис. 4а, б в качестве при-

мера изображены некоторые средние МФК в стандартном для наших каталогов виде. На этих рисунках разными символами (пустыми и заполненными

**Таблица 4.** Параметры одноволновых фазовых кривых. В столбцах таблицы указаны: (1) — название объекта, в скобках указан номер дополнительной фазовой кривой; (2) и (3) — величина постоянной составляющей напряженности МП с оценкой точности; (4) и (5) — значение полуамплитуды МП с оценкой точности; (6) и (7) — период вращения объекта и его точность; (8) и (9) — юлианская дата начальной эпохи и ее точность. Юлианская дата нулевой фазы:  $JD = 2400000 + T_0$ ; (10) — количество оценок МП; (11) — средняя величина уклонений от МФК; (12) и (13) — параметр  $r$  и его точность для дипольного магнитного поля, согласно Stibbs (1950); (14) — число свободных параметров; (15) — статистическая оценка достоверности по методу  $\chi^2$ ; (16) — методы получения оценок МП, используемых для построения МФК:  $B_l$  — оценки продольного магнитного поля;  $B_s$  — оценки поверхностного магнитного поля;  $B_l$  met.lines — оценки продольного магнитного поля, полученные по линиям металлов;  $B_l$  H line — оценки продольного магнитного поля, полученные по линиям водорода; (17) — номера ссылок на литературные источники

Name	$B_0$ , G	$\sigma_{B_0}$ , G	$B_1$ , G	$\sigma_{B_1}$ , G	$P$ , days	$\sigma P$ , days	$T_0$ , days	$\sigma T_0$ , days
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
HD 108	−325.69	183.67	371.11	102.07	19695.0	1095.0	42505.491	1100.021
HD 965(1)	−286.68	7.13	866.25	10.87	6212.0	194.0	44616.008	9.523
HD 965(2)	4219.31	11.04	−68.99	14.45	6212.0	194.0	44616.008	251.002
HD 1835	3.08	0.31	5.15	0.42	7.664	0.041	56545.998	0.099
HD 2453(1)	−734.81	11.53	318.58	17.15	518.4	0.7	33386.431	4.008
HD 2453(2)	3696.95	9.69	−44.26	17.71	518.4	0.7	33386.431	38.799
HD 22920	320.51	6.39	206.96	8.15	3.9472	0.0007	43734.228	0.023
HD 29305	22.63	26.67	43.67	47.37	2.943	0.002	43497.835	0.366
HD 29578(1)	−403.18	53.35	854.54	102.98	6583.0	280.0	49142.731	76.225
HD 29615	−14.79	1.31	18.69	1.96	2.41962	0.00208	56539.227	0.037
HD 34889	371.91	112.27	930.40	165.88	3.6314	0.0002	56586.136	0.052
HD 35901	390.39	80.15	735.08	137.94	2.99547	0.03008	56635.162	0.031
HD 36916(2)	−444.23	41.83	0.25	228.28	1.565	0.002	44327.083	0.339
HD 36982(1)	126.27	22.93	96.42	30.68	1.8551	0.0005	52675.161	0.116
HD 36982(2)	175.00	48.89	−39.50	137.12	1.8551	0.0005	52675.161	0.319
HD 36997	−252.40	29.05	1438.27	54.81	5.9398	0.0008	56635.984	0.026
HD 37058	−327.71	24.75	751.87	35.79	14.6735	0.0095	45281.372	0.105

Name	$N$	$\sigma$	$r$	$\sigma_r$	$N_V$	$\chi^2$	Note/Method	References
(1)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
HD 108	76	7.4	−0.123	0.244	73	2.85	$B_l$	499, 514, 733, 959
HD 965(1)	71	15.6	−0.503	0.012	68	8.21	$B_l$	678, 677, 704, 732, 752, 768 772, 814, 844, 898, 951
HD 965(2)	42	10.1	0.968	0.006	39	1.81	$B_s$	919
HD 1835	19	0.5	−0.252	0.051	16	4.90	$B_l$	716, 884
HD 2453(1)	35	18.7	0.395	0.021	32	4.22	$B_l$	1, 26, 732, 752, 951
HD 2453(2)	25	10.8	0.975	0.006	22	1.98	$B_s$	218, 254, 752, 919
HD 22920	8	4.2	0.215	0.023	5	1.14	$B_l$	886
HD 29305	4	23.5	−0.326	0.415	1	3.17	$B_l$	2
HD 29578(1)	10	35.1	−0.356	0.091	7	2.94	$B_l$	752, 960
HD 29615	16	1.5	−0.115	0.078	13	1.91	$B_l$	254, 752, 919, 960
HD 34889	7	110.7	−0.440	0.071	4	24.44	$B_l$	887
HD 35901	12	38.4	−0.307	0.043	9	3.28	$B_l$	887
HD 36916(2)	18	50.8	0.344	0.125	15	6.43	$B_l$ met.lines	388, 762, 887, 951
HD 36982(1)	14	13.8	0.146	0.186	11	1.58	$B_l$ met.lines	769
HD 36982(2)	15	61.2	0.166	0.269	12	2.65	$B_l$ H line	388, 769
HD 36997	9	32.4	−0.702	0.029	6	1.72	$B_l$	887
HD 37058	24	49.3	−0.393	0.031	21	8.42	$B_l$	37, 769, 774, 887, 951

Таблица 4. (Продолжение)

Name	$B_0$ , G	$\sigma_{B_0}$ , G	$B_1$ , G	$\sigma_{B_1}$ , G	$P$ , days	$\sigma P$ , days	$T_0$ , days	$\sigma T_0$ , days
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
HD 37140	-414.75	80.28	1016.54	219.16	2.70418	0.00021	44593.097	0.039
HD 37210	-32.88	47.22	549.68	92.37	11.162	0.032	44578.339	0.178
HD 37470	-89.81	89.33	151.59	143.61	0.61483	0.00031	44590.249	0.079
HD 37642	-1241.37	104.26	3513.78	140.53	1.0787	0.0003	44589.863	0.007
HD 37687	492.81	21.91	63.68	31.31	3.85238	0.00034	55552.712	0.301
HD 37807	-383.46	102.19	642.29	165.39	0.53566	0.00045	39750.303	0.013
HD 37808	1052.43	125.79	354.28	202.43	1.09854	0.00033	57761.317	0.075
HD 39587	-0.38	0.17	3.26	0.24	5.1082	0.0029	51129.331	0.064
HD 41403	95.42	39.93	631.05	86.43	1.592	0.002	51890.388	0.019
HD 43989	-5.50	3.61	17.46	5.41	1.3571	0.0033	56545.683	0.067
HD 46328	-285.65	6.04	616.07	7.33	17292.0	1800.0	46546.000	18.561
HD 49606	43.36	27.36	40.81	52.83	8.546	0.013	48167.449	1.101
HD 51418	-17.51	40.92	599.89	55.56	2.2908	0.0443	55280.222	0.038
HD 51684(1)	-1576.03	148.07	413.24	133.97	366.0	1.0	49887.717	22.471
HD 51684(2)	6049.95	5.45	-258.63	7.86	366.0	1.0	49887.717	1.741
HD 55719(1)	1120.42	35.25	503.57	59.41	14000.0	1000.0	36655.882	430.022
HD 55719(2)	6177.84	4.44	-284.84	5.76	14000.0	1000.0	36655.882	63.935
HD 56022	-78.40	32.12	323.85	50.25	0.8936	0.0005	43500.304	0.015
HD 61468	6770.16	27.76	1137.01	37.12	321.0	1.0	49580.405	1.426
HD 72968	347.08	3.95	43.49	5.22	5.88736	0.00129	52248.920	0.131
HD 74067	309.83	8.82	789.15	12.23	3.115	0.003	57325.311	0.008

Name(*)	$N$	$\sigma$	$r$	$\sigma_r$	$N_V$	$\chi^2$	Note/Method	References
(1)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
HD 37140	7	152.9	-0.414	0.085	4	106.53	$B_l$	870, 886
HD 37210	16	51.5	-0.848	0.104	13	1.38	$B_l$	760, 887, 888
HD 37470	11	30.0	-0.309	0.356	8	1.04	$B_l$	670, 677, 887, 888
HD 37642	27	190.9	-0.478	0.033	24	10.41	$B_l$	886, 887, 888
HD 37687	5	10.1	0.767	0.092	2	2.06	$B_l$	774, 887
HD 37807	12	57.3	-0.252	0.082	9	6.65	$B_l$	55, 887
HD 37808	10	46.3	0.503	0.143	7	1.60	$B_l$	887
HD 39587	57	0.3	-0.791	0.083	54	4.28	$B_l$	716, 884
HD 41403	9	26.3	-0.742	0.091	6	0.56	$B_l$	402, 844
HD 43989	11	3.8	-0.511	0.254	8	1.44	$B_l$	864, 884
HD 46328	10	1.9	-0.366	0.005	7	5.71	$B_l$	807, 881
HD 49606	11	16.9	-0.146	0.393	8	10.50	$B_l$	267, 330, 760, 886
HD 51418	6	26.4	-0.894	0.078	3	1.14	$B_l$	768, 886
HD 51684(1)	7	14.3	0.591	0.078	4	0.19	$B_l$	752
HD 51684(2)	15	64.2	0.918	0.002	12	180.46	$B_s$	752, 919
HD 55719(1)	37	40.0	0.382	0.047	34	4.13	$B_l$	32, 93, 256, 752
HD 55719(2)	100	16.6	0.912	0.002	97	15.46	$B_s$	218, 254, 752, 919
HD 56022	7	4.4	-0.623	0.113	4	0.08	$B_l$	2, 826
HD 61468	16	40.4	0.712	0.008	13	4.17	$B_s$	254, 762, 919
HD 72968	16	4.9	0.778	0.023	13	24.82	$B_l$	423, 826
HD 74067	7	11.7	-0.436	0.012	4	6.63	$B_l$	826

Таблица 4. (Продолжение)

Name	$B_0$ , G	$\sigma_{B_0}$ , G	$B_1$ , G	$\sigma_{B_1}$ , G	$P$ , days	$\sigma P$ , days	$T_0$ , days	$\sigma_{T_0}$ , days
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
HD 81009(1)	1801.44	53.37	497.03	74.56	33.987	0.023	49615.884	0.848
HD 81009(2)	8413.15	7.48	1052.50	10.15	33.987	0.023	49615.884	0.061
HD 89822	2.87	3.61	3.49	4.82	11.581	0.003	57460.391	1.078
HD 94660(1)	-2262.86	34.83	254.27	51.18	2830.0	140.0	47336.600	80.917
HD 96616	77.37	7.26	268.56	11.63	2.42927	0.00002	57355.325	0.017
HD 107000	27.73	15.78	296.32	23.52	5.638	0.002	53363.255	0.072
HD 108945	-33.85	14.53	286.74	28.95	2.05186	0.00012	50060.666	0.021
HD 110066(1)	-215.32	6.06	80.45	8.59	6.487	0.002	49825.987	0.112
HD 110066(2)	4097.48	10.69	6.32	23.37	6.487	0.002	49825.987	0.984
HD 116114(1)	-1951.46	97.84	169.66	65.22	17700.0	1000.0	38955.614	2010.354
HD 116114(2)	6091.09	8.15	-137.28	6.55	17700.0	1000.0	38955.614	221.598
HD 117688	-0.29	12.23	167.19	18.53	0.495858	0.000004	58890.435	0.009
HD 126515(2)	12591.99	7.39	-3282.36	10.15	129.95	0.02	35846.343	0.064
HD 128167	-0.86	0.07	0.54	0.11	7.346	0.003	59349.776	0.209
HD 131120	76.65	42.13	102.19	77.25	1.56873	0.00001	44773.174	0.149
HD 134793	-334.99	63.15	1148.88	100.68	2.80002	0.00304	35941.244	0.026
HD 135348	-10.58	67.96	393.75	109.11	2.0593	0.0002	59435.767	0.092
HD 137909(1)	90.48	0.96	618.97	1.21	18.4868	0.0001	42458.652	0.007
HD 137909(2)	129.52	12.12	534.37	15.31	18.4868	0.0001	42458.652	0.106
HD 137949(1)	1893.32	158.49	295.38	126.34	28901.7	455.5	48013.300	2456.544

Name(*)	$N$	$\sigma$	$r$	$\sigma_r$	$N_V$	$\chi^2$	Note/Method	References
(1)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
HD 81009(1)	13	56.2	0.569	0.055	10	2.41	$B_l$	310, 752
HD 81009(2)	93	23.7	0.778	0.002	90	14.22	$B_s$	218, 254, 752, 919
HD 89822	5	0.7	-0.187	0.249	2	0.62	$B_l$	826
HD 94660(1)	19	25.4	0.798	0.038	16	1.98	$B_l$ H line	230, 341, 388, 409, 629
HD 96616	5	5.7	-0.553	0.033	2	1.43	$B_l$	826
HD 107000	12	17.4	-0.828	0.087	9	6.23	$B_l$	677, 710, 795, 898
HD 108945	18	13.2	-0.793	0.076	15	1.57	$B_l$	327, 423, 760, 826
HD 110066(1)	33	10.2	0.457	0.042	30	6.45	$B_l$	677, 752, 768, 844, 889, 898
HD 110066(2)	19	10.2	0.990	0.005	16	0.92	$B_s$	254, 752, 919
HD 116114(1)	18	40.4	0.840	0.056	15	2.54	$B_l$	256, 677, 752, 844
HD 116114(2)	69	6.3	0.956	0.002	66	5.45	$B_s$	254, 752, 919, 960
HD 117688	24	19.1	-0.889	0.074	21	2.34	$B_l$	842, 921
HD 126515(2)	69	35.5	0.586	0.001	66	27.94	$B_s$	218, 254, 752, 919
HD 128167	234	0.1	0.235	0.082	231	1.91	$B_l$	856, 907
HD 131120	10	20.6	-0.185	0.314	7	0.53	$B_l$	37, 760, 886
HD 134793	10	49.4	-0.551	0.053	7	2.02	$B_l$	1, 402, 898
HD 135348	4	20.8	-0.759	0.169	1	0.40	$B_l$	882
HD 137909(1)	90	3.5	-0.745	0.002	87	42.24	$B_l$	310, 907
HD 137909(2)	39	18.7	-0.610	0.031	36	5.10	$B_l$ H line	2, 76, 77, 197, 621, 732
HD 137949(1)	21	32.4	0.733	0.069	18	3.51	$B_l$	256, 677, 752, 844, 898

Таблица 4. (Продолжение)

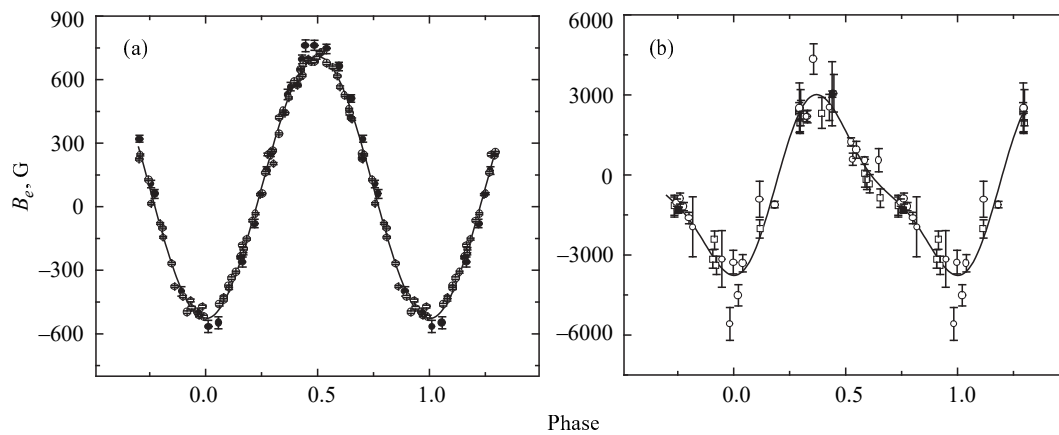
Name	$B_0$ , G	$\sigma_{B_0}$ , G	$B_1$ , G	$\sigma_{B_1}$ , G	$P$ , days	$\sigma P$ , days	$T_0$ , days	$\sigma_{T_0}$ , days
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
HD 137949(2)	4706.44	14.31	42.44	9.76	28901.7	455.5	48013.300	1599.308
HD 144897(1)	1828.36	31.77	315.77	44.27	48.620	0.094	49011.735	1.116
HD 144897(2)	8986.73	7.09	-548.55	9.77	48.620	0.094	49011.735	0.144
HD 149822	-116.42	75.62	-520.91	97.07	1.534013	0.000084	47305.305	0.053
HD 150562(1)	1088.93	530.42	836.88	853.64	2100.0	150.0	49101.530	213.876
HD 150562(2)	4891.62	9.77	80.00	14.85	2100.0	150.0	49101.530	57.557
HD 151525	0.16	3.04	68.93	4.43	4.116476	0.000022	52732.886	0.044
HD 154708(3)	24196.97	91.03	663.87	142.94	5.3666	0.0007	53117.498	0.146
HD 164429	-38.69	61.91	940.82	86.49	1.08175	0.00002	47636.566	0.016
HD 165474(1)	221.41	12.22	68.51	16.54	9990.0	760.0	41456.000	436.474
HD 166473(1)	105.47	29.56	2107.55	25.41	3836.0	30.0	48773.700	15.544
HD 166473(2)	7129.64	4.58	-1455.45	6.21	3836.0	30.0	48773.700	2.912
HD 168856	-91.71	94.24	400.83	116.39	2.4277	0.0001	53140.127	0.215
HD 170153	-3.33	0.11	0.47	0.14	23.39	0.09	53982.891	1.215
HD 175744	59.34	37.56	196.23	51.12	2.799	0.001	45409.983	0.142
HD 177765	3463.87	9.42	89.16	16.95	13500.0	950.0	51720.001	405.588
HD 178892(1)	4023.76	78.97	3087.12	114.39	8.2572	0.0016	52456.058	0.044
HD 178892(2)	18860.6	9108.49	-877.31	113.27	8.2572	0.0016	52456.058	0.213
HD 184007	6.46	56.09	9.93	213.97	1.82769	0.00014	58755.170	0.167
HD 184961	611.90	39.27	292.51	59.92	6.335	0.005	55710.641	0.208
HD 188041(1)	994.81	8.91	599.14	12.89	223.82	0.32	50013.886	0.711

Name(*)	$N$	$\sigma$	$r$	$\sigma_r$	$N_V$	$\chi^2$	Note/Method	References
(1)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
HD 137949(2)	77	2.4	0.982	0.004	74	2.02	$B_s$	254, 752, 919
HD 144897(1)	13	50.3	0.706	0.036	10	3.18	$B_l$	256, 752
HD 144897(2)	58	21.4	0.885	0.002	55	10.09	$B_s$	254, 752, 919
HD 149822	10	68.9	-0.638	0.195	7	12.64	$B_l$	230, 398, 402, 898, 899
HD 150562(1)	4	6.9	0.031	0.451	1	0.27	$B_l$	752, 760
HD 150562(2)	26	13.1	0.968	0.006	23	1.87	$B_s$	254, 752, 919
HD 151525	46	4.6	-0.934	0.049	43	2.05	$B_l$	945
HD 154708(3)	12	81.1	0.947	0.011	9	1.24	$B_s$	473
HD 164429	25	59.7	-0.886	0.083	22	1.65	$B_l$	230, 886
HD 165474(1)	36	16.7	0.532	0.092	33	3.22	$B_l$	1, 184, 256, 677, 752, 844, 899, 951
HD 166473(1)	35	43.9	-0.905	0.025	32	18.23	$B_l$	760, 838
HD 166473(2)	129	17.8	0.661	0.001	126	16.70	$B_s$	444, 752, 838, 919
HD 168856	4	78.4	-0.591	0.262	1	5.62	$B_l$	398, 732, 769
HD 170153	48	0.1	0.755	0.065	45	2.09	$B_l$	856, 943
HD 175744	9	39.6	-0.541	0.191	6	3.34	$B_l$	427, 760, 844, 866
HD 177765	13	7.1	0.951	0.009	10	0.79	$B_s$	254, 752, 919
HD 178892(1)	16	98.4	0.132	0.018	13	1.69	$B_l$ H line	621, 710, 732
HD 178892(2)	19	166.1	0.911	0.011	16	13.53	$B_s$	919
HD 184007	5	18.2	-0.542	0.327	2	0.36	$B_l$	927
HD 184961	18	36.7	0.358	0.098	15	1.22	$B_l$	886
HD 188041(1)	30	39.1	0.248	0.012	27	53.53	$B_l$	752, 754, 760, 826, 841, 886, 899, 951

Таблица 4. (Продолжение)

Name	$B_0$ , G	$\sigma_{B_0}$ , G	$B_1$ , G	$\sigma_{B_1}$ , G	$P$ , days	$\sigma P$ , days	$T_0$ , days	$\sigma_{T_0}$ , days
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
HD 188041(2)	3593.96	6.14	58.01	9.06	223.82	0.32	48124.491	5.621
HD 189160	39.25	45.47	318.52	93.77	2.00912	0.00012	49502.861	0.068
HD 189733	278.70	17.93	34.23	30.97	12.396	0.055	58315.499	1.429
HD 196178	-874.12	31.36	363.43	48.18	1.10111	0.00001	42591.484	0.022
HD 201601(1)	-290.26	2.87	825.57	6.17	35462.5	1149.4	16645.912	39.933
HD 201601(2)	3409.04	12.04	-518.57	14.41	35462.5	1149.4	16645.912	75.984
HD 208217(1)	-471.82	91.51	1313.24	84.49	8.44475	0.00011	49818.936	0.127
HD 209339	-339.08	123.56	795.47	217.72	3.038415	0.000054	46625.582	0.109
HD 213637(2)	5434.65	44.98	-345.39	72.27	52.408	0.003	52477.320	1.274
HD 216018(1)	1385.35	36.87	113.43	59.28	34.004	0.007	48817.719	2.957
HD 216018(2)	5612.59	8.69	-35.12	12.24	34.004	0.007	48817.719	2.097
HD 226339	805.48	347.05	1455.71	441.97	1.051203	0.000001	58600.305	0.021
HD 335238(1)	409.63	38.94	1858.64	44.75	48.7	0.1	49917.979	0.224
HD 335238(2)	9622.33	19.06	-1352.07	29.19	48.7	0.1	49917.979	0.185
BD -13° 4937	581.78	79.67	1491.74	105.86	1.13178	0.00001	53955.726	0.014
HIP 70890	-18.91	4.02	34.77	4.18	89.0	4.0	57799.342	2.666
V807 Tau	-15.17	3.19	26.85	4.07	4.386	0.005	58054.581	0.124
V471 Tau	-17.17	3.12	35.15	4.58	0.521183	0.000027	53337.004	0.011
BD +42° 3356	-229.46	77.63	347.67	96.87	2.32517	0.00001	58754.106	0.104
BD +43° 3223	14.16	44.49	236.53	63.28	2.20298	0.00001	58599.983	0.086

Name(*)	$N$	$\sigma$	$r$	$\sigma_r$	$N_V$	$\chi^2$	Note/Method	References
(1)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
HD 188041(2)	27	5.3	0.968	0.005	24	1.06	$B_s$	919
HD 189160	15	34.5	-0.745	0.151	12	2.57	$B_l$	427, 927, 951
HD 189733	13	12.9	0.745	0.114	10	0.93	$B_s$	855
HD 196178	41	43.2	0.414	0.062	38	2.89	$B_l$	2, 327, 886
HD 201601(1)	510	7.5	-0.480	0.006	507	28.16	$B_l$	1, 46, 47, 48, 105, 146, 184, 256, 268, 327, 373, 384, 702, 768, 774, 775, 826, 898, 905, 951, 955
HD 201601(2)	167	5.4	0.736	0.007	164	3.96	$B_s$	254, 269, 368, 378, 381, 394, 752, 919
HD 208217(1)	8	72.2	-0.475	0.072	5	3.30	$B_l$	254
HD 209339	9	30.8	-0.399	0.186	6	0.13	$B_l$	427, 886
HD 213637(2)	7	27.3	0.881	0.023	4	1.58	$B_s$	198, 284, 752
HD 216018(1)	12	30.2	0.848	0.063	9	4.17	$B_l$	256, 732, 752, 951
HD 216018(2)	44	9.3	0.988	0.004	41	1.26	$B_s$	254, 752, 919
HD 226339	5	82.3	-0.309	0.105	2	2.19	$B_l$	927
HD 335238(1)	8	246.2	-0.639	0.028	5	141.96	$B_l$	752, 844, 899, 951
HD 335238(2)	40	239.3	0.754	0.005	37	226.02	$B_s$	254, 752, 919
BD -13° 4937	26	61.3	-0.439	0.074	23	0.90	$B_l$	887
HIP 70890	10	4.2	-0.299	0.105	7	5.10	$B_l$	850
V807 Tau	11	3.2	-0.279	0.118	8	1.45	$B_l$	871
V471 Tau	147	3.6	-0.345	0.086	144	1.32	$B_l$	878
BD +42° 3356	5	71.2	-0.214	0.132	2	9.21	$B_l$	927
BD +43° 3223	8	31.0	-0.723	0.194	5	1.08	$B_l$	927



**Рис. 4.** Панель (а): типичный пример одноволновой фазовой кривой. Средняя магнитная фазовая кривая для HD 137909 получена по высокоточным оценкам  $B_l$  из работы [907] (Seach et al., 2022). При построении МФК был использован период  $18^{\text{d}}4868 \pm 0^{\text{d}}0001$  из [752] (Mathys, 2017). Панель (b): типичный пример двухволновой фазовой кривой HD 126515, полученной по оценкам  $B_l$  с периодом  $129^{\text{d}}95 \pm 0^{\text{d}}02$ , согласно Ruper and Adelman (2017).

кружками и квадратами) нанесены оценки МП, а в комментариях к МФК указаны соответственно номера ссылок, из которых брались данные для построения кривых. Значки на рисунках: ос — пустые кружочки (open circles), fs — заполненные кружочки (filled circles), os — пустые квадраты (open square), fs — заполненные квадраты (filled square).

## 5. ВЫВОДЫ

Каталог МФК — это прежде всего обзор и обобщение накопленного наблюдательного материала о магнитном поведении звезд различных типов. Основная причина наблюдаемой переменности МП — вращение звезд, в вещество которых вморожено магнитное поле, в результате чего меняется интегральная величина проекции продольного магнитного поля на луч зрения. В случае холодных красных карликов (в том числе вспыхивающих звезд) магнитное поле эволюционирует, что влечет за собой изменение формы и параметров МФК на временных масштабах месяцы—годы. Эволюция МП происходит из-за дифференциального вращения, вызывающего постоянную генерацию локальных магнитных полей, которые, аннигилируя (вспышки) или, наоборот, складываясь, меняют напряженность и конфигурацию глобального магнитного поля. Однако у большинства красных карликов наблюдаются и устойчивые магнитные образования, напоминающие два или три диполя, полюса которых находятся на разных широтах. Вследствие дифференциального вращения эти диполи вращаются с разной, но близкой угловой скоростью, что приводит к постоянно меняющемуся виду наблюдаемой МФК. Такое поведение хорошо описывается суперпозицией двух или более гармонических кривых с близкими периодами. У звезд

других типов магнитные поля не могут эволюционировать столь быстро. Тем не менее появляются факты, позволяющие предположить, что в некоторых случаях возможна более быстрая эволюция магнитного поля и у таких звезд.

Собранные и однородно обработанные сведения о переменности магнитных полей звезд позволяют провести статистический анализ. Весь материал представлен в одинаковой форме, удобной для проверки различных теоретических моделей. Каталог будет полезен также для разработки наблюдательных программ. По мере накопления наблюдательных данных будут уточнены периоды и параметры МФК многих звезд, входящих в каталог, а также добавятся новые исследованные объекты. Таким образом, создание этого каталога является лишь одним из этапов в исследовании феномена звездного магнетизма.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В работе имеются дополнительные материалы в виде рис. 4 (фазовые кривые), файла с комментариями по фазовым кривым для отдельных звезд и таблица 6 с перекрестными ссылками.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Наблюдения на телескопах САО РАН проводятся при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации. Обновление приборной базы осуществляется в рамках национального проекта «Наука и университеты». Авторы также благодарны Ю. Мадэю за полезную дискуссию и ценные замечания.

**Таблица 5.** Параметры двухволновых МФК. В столбцах таблицы приведены: (1) — название объекта, в скобках указан номер дополнительной фазовой кривой; (2) и (3) — величина и ошибка постоянной составляющей МФК; (4) и (5) — величина и точность полуамплитуды первой гармоники МФК; (6) и (7) — величина и точность второй гармоники МФК; (8) и (9) — МФК и ее точность в формате добавки к юлианской дате (JD 2400000.+); (10) и (11) — период с оценкой точности; (12) и (13) — величина сдвига фазы первой гармоники с оценкой точности; (14) и (15) — величина сдвига фазы второй гармоники с оценкой точности; (16) — число свободных параметров; (17) — статистический критерий оценки достоверности по  $\chi^2$ ; (18) — указания на метод, которым получены оценки МП ( $B_l$  — оценки продольного МП;  $B_s$  — оценки поверхностного МП;  $B_l$  met.lines — оценки продольного МП, полученные по линиям металлов;  $B_l$  H line — оценки продольного МП, полученные по линиям водорода); (19) — номера ссылок на литературные источники

Name	$B_0$ , G	$\sigma_{B_0}$ , G	$B_1$ , G	$\sigma_{B_1}$ , G	$B_2$ , G	$\sigma_{B_2}$ , G	$T_0$ , days	$\sigma_{T_0}$ , days
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
HD 12288(1)	−1432.60	32.58	−1190.63	43.67	−563.97	39.19	48163.011	0.107
HD 12288(2)	8047.74	7.66	501.78	11.11	80.15	12.74	48163.011	0.107
HD 14437(1)	−1925.48	55.82	−710.25	64.65	−105.68	163.15	44649.455	0.117
HD 14437(2)	7393.73	7.79	−428.59	11.13	32.66	108.62	44649.455	0.117
HD 18078(1)	163.39	12.23	−1081.71	20.98	−217.37	20.62	48349.090	0.221
HD 18078(2)	3439.36	10.94	874.02	16.52	−2.60	162.96	48349.090	0.221
HD 18191	2.63	0.12	−4.45	0.15	−1.71	0.16	55571.285	6.023
HD 19712	−697.36	40.42	−3210.05	71.39	−930.27	62.79	52901.009	0.014
HD 21699(1)	154.19	3.73	−621.42	5.52	−72.85	5.65	44200.235	0.091
HD 21699(2)	−109.12	73.41	533.89	96.07	391.83	110.84	44200.235	0.091
HD 25267	−210.62	2.17	−62.29	2.89	−4.63	14.95	56519.474	0.031
HD 28843	−29.06	35.81	−261.79	61.26	−160.23	52.52	43440.048	0.039
HD 29578(2)	3977.46	24.77	−1270.58	30.75	375.38	27.18	49142.731	12.556
HD 34736	268.84	10.18	−1957.08	16.64	−683.65	14.33	56585.483	0.001
HD 35296	−0.85	0.77	−4.98	1.05	0.55	1.76	58101.213	0.103
HD 36313(1)	43.48	124.88	−1343.37	207.04	−950.73	180.05	44585.373	0.011
HD 36313(2)	128.93	46.35	−164.67	78.35	−133.35	177.63	44585.373	0.011

Name	$P$	$\sigma_P$	$z_1$	$\sigma_{z_1}$	$z_2$	$\sigma_{z_2}$	$N_V$	$\chi^2$	Note/Method	References
(1)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
HD 12288(1)	34.087	0.071	0.0366	0.0063	0.9526	0.0138	33	3.13	$B_l$	312, 350
HD 12288(2)	34.087	0.071	0.2012	0.0032	0.8138	0.0324	32	16.88	$B_s$	251, 752, 919
HD 14437(1)	26.734	0.007	0.0739	0.0162	0.9215	0.1642	31	6.16	$B_l$	312
HD 14437(2)	26.734	0.007	0.2018	0.0041	0.0655	0.2278	38	39.38	$B_s$	254, 752, 919
HD 18078(1)	1352.0	6.0	0.0058	0.0025	0.9826	0.0121	21	1.57	$B_l$	677, 705
HD 18078(2)	1352.0	6.0	0.8444	0.0027	0.0053	0.2385	23	11.56	$B_s$	254, 705, 752, 919
HD 18191	499.0	8.0	0.8853	0.0054	0.1558	0.0139	22	57.01	$B_l$	954
HD 19712	2.2041	0.0024	0.9988	0.0019	0.9960	0.0073	19	43.34	$B_l$	398, 402, 621, 844, 898, 899
HD 21699(1)	2.49186	0.00106	0.9949	0.0013	0.0067	0.0118	21	3.12	$B_l$	886
HD 21699(2)	2.49186	0.00106	0.0119	0.0393	0.9925	0.0495	17	4.16	$B_l$ H line	252, 928
HD 25267	3.82262	0.00002	0.0779	0.0087	0.9394	0.2079	12	1.79	$B_l$	892
HD 28843	1.37382	0.00006	0.9709	0.0342	0.0151	0.0689	11	0.99	$B_l$	37, 886
HD 29578(2)	6583.0	280.0	0.9874	0.0043	0.1353	0.0075	21	4.57	$B_s$	254, 752, 919, 960
HD 34736	1.27986	0.00042	0.9388	0.0011	0.0919	0.0037	109	49.90	$B_l$	898, 899, 951
HD 35296	3.493	0.012	0.9265	0.0353	0.9619	0.1639	3	0.33	$B_l$	884
HD 36313(1)	0.5887	0.0002	0.9315	0.0185	0.0545	0.0271	13	3.12	$B_l$ H line	870, 886, 888
HD 36313(2)	0.5887	0.0002	0.9478	0.0883	0.0960	0.1632	12	3.96	$B_l$ met.lines	870, 899, 951



Таблица 5. (Продолжение)

Name	$B_0$ , G	$\sigma_{B_0}$ , G	$B_1$ , G	$\sigma_{B_1}$ , G	$B_2$ , G	$\sigma_{B_2}$ , G	$T_0$ , days	$\sigma_{T_0}$ , days
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
HD 40759	1742.06	41.12	-808.11	63.81	-831.12	73.74	52914.642	0.034
HD 47103(1)	-2945.33	138.89	-646.25	165.81	-426.26	213.78	50043.200	0.211
HD 47103(2)	17268.48	27.32	370.79	38.57	57.30	98.06	50 043.200	0.211
HD 47129	36.23	27.05	-415.48	41.69	-157.43	42.69	55960.407	0.025
HD 50169(1)	270.95	8.46	-1595.36	13.53	-266.71	10.98	31286.500	11.119
HD 50159(2)	5065.32	6.15	908.71	10.23	126.99	7.98	31 286.500	11.119
HD 54879(1)	-264.74	4.35	-218.90	5.11	-10.44	72.59	54313.000	22.421
HD 54879(2)	-430.03	42.98	-340.04	30.34	21.06	157.78	54313.000	22.421
HD 59435	3034.17	16.11	-971.26	22.87	235.88	30.16	48541.035	4.746
HD 93507(1)	2145.96	62.65	-789.57	92.92	-277.50	77.95	48945.454	2.543
HD 93507(2)	7103.72	5.65	282.64	7.48	-48.59	9.07	48945.454	2.543
HD 94660(2)	6237.71	6.42	-167.47	9.26	-24.73	20.93	47336.600	22.971
HD 108662	-28.85	11.35	-601.17	16.43	-105.16	28.22	51612.781	0.082
HD 126515	-315.33	44.95	-1997.83	62.42	-593.05	59.56	35846.343	0.804
HD 130559	-275.83	6.42	-196.10	10.37	29.26	12.07	54149.764	0.013
HD 133029	2319.24	37.86	-459.36	52.27	-203.33	49.94	54479.696	0.022
HD 134214(1)	-864.15	94.63	-603.54	165.41	-87.08	104.18	48780.842	0.203
HD 134214(2)	3084.54	12.25	-44.37	19.88	-21.56	23.73	48780.842	0.203
HD 135679	795.17	33.59	-575.35	48.54	-73.76	70.95	55261.282	0.031

Name	$P$	$\sigma_P$	$z_1$	$\sigma_{z_1}$	$z_2$	$\sigma_{z_2}$	$N_V$	$\chi^2$	Note/Method	References
(1)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
HD 40759	3.368	0.051	0.9028	0.0111	0.0445	0.0082	9	9.68	$B_l$	887
HD 47103(1)	18.761	0.073	0.1240	0.0463	0.9182	0.0836	9	2.06	$B_l$	259, 752
HD 47103(2)	18.761	0.073	0.1077	0.0161	0.0833	0.1759	18	4.51	$B_s$	272, 752, 919
HD 47129	1.21551	0.00034	0.0162	0.0145	0.9887	0.0422	95	2.08	$B_l$	579, 733, 872
HD 50169(1)	10870.0	300.0	0.0014	0.9987	0.0286	0.0358	23	121.10	$B_l$	1, 256, 768, 799, 951
HD 50169(2)	10870.0	300.0	0.0711	0.0011	0.1714	0.0118	97	0.56	$B_s$	254, 752, 779, 919
HD 54879(1)	2562.0	61.0	0.8895	0.0046	0.0361	0.2371	124	35.00	$B_l$ met.lines	756, 757, 778, 783, 784, 831, 883, 884, 995
HD 54879(2)	2562.0	61.0	0.9425	0.0227	0.9852	0.2025	101	0.95	$B_l$ H line	778, 784, 831
HD 59435	1369.5	30.4	0.0050	0.0036	0.0016	0.0136	36	1.13	$B_s$	253, 274, 752, 919
HD 93507(1)	562.0	2.0	0.0006	0.0179	0.0168	0.0643	7	1.67	$B_l$	256, 752
HD 93507(2)	562.0	2.0	0.9577	0.0047	0.0458	0.0279	57	6.13	$B_s$	254, 752, 919
HD 94660	2830.0	140.0	0.1491	0.0102	0.1318	0.1317	63	1.11	$B_s$	254, 696, 752, 919
HD 108662	4.93964	0.13051	0.0552	0.0042	0.8046	0.0539	8	142.34	$B_l$	826
HD 126515	129.95	0.02	0.0702	0.0052	0.8655	0.0183	37	3.17	$B_l$	1, 18, 91, 184, 256, 310, 324, 752, 951
HD 130559	1.90798	0.00001	0.9722	0.0073	0.9090	0.0794	7	0.73	$B_l$	886
HD 133029	2.88756	0.00034	0.0323	0.0192	0.9599	0.0456	20	4.87	$B_l$	886
HD 134214(1)	4.14044	0.00044	0.9970	0.0105	0.9768	0.0966	8	2.04	$B_l$	256, 677, 752, 844, 898
HD 134214(2)	4.14044	0.00044	0.9817	0.0816	0.9990	0.1311	25	0.85	$B_s$	254, 752
HD 135679	5.321	0.001	0.0013	0.0156	0.9840	0.1242	19	1.59	$B_l$	768, 774, 886

Таблица 5. (Продолжение)

Name	$B_0$ , G	$\sigma_{B_0}$ , G	$B_1$ , G	$\sigma_{B_1}$ , G	$B_2$ , G	$\sigma_{B_2}$ , G	$T_0$ , days	$\sigma_{T_0}$ , days
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
HD 137909(3)	5437.99	5.22	189.03	7.13	-65.96	7.97	56637.982	3.281
HD 142070(1)	155.88	9.86	-501.25	15.07	40.39	14.33	55059.334	0.051
HD 142070(2)	4842.16	5.94	-129.08	8.08	124.40	8.79	55059.334	0.051
HD 144941(1)	-7077.18	34.92	-338.14	55.44	-398.40	62.26	59274.92	0.471
HD 144941(2)	-8233.73	69.58	-211.56	120.87	-878.72	143.49	59274.92	0.471
HD 147010(3)	12705.54	96.33	-2247.52	145.22	-180.46	268.32	44417.626	0.034
HD 165474(2)	6620.44	11.34	274.12	18.76	38.41	18.35	41456.000	72.305
HD 170000	117.65	5.71	-353.87	8.39	-92.85	8.83	53599.698	0.084
HD 170973	211.99	25.54	-603.39	36.43	-108.51	34.93	46989.736	0.185
HD 171247	94.74	46.48	-469.86	57.41	-19.95	100.26	55075.066	0.209
HD 176436	-36.54	29.98	-59.08	60.52	-33.08	56.43	57240.787	0.223
HD 180374	-44.90	18.73	-950.68	27.22	128.99	33.94	58591.073	0.311
HD 181436	-104.92	38.63	-152.95	114.61	-257.82	82.48	57240.596	0.117
HD 187474(1)	-117.14	10.13	-1896.62	11.96	27.89	15.45	36172.101	8.477
HD 187474(2)	5421.05	10.29	635.73	14.82	213.63	14.48	36172.100	8.477
HD 188101	637.69	24.24	-113.69	39.61	-79.30	38.69	57572.156	0.002
HD 192678(1)	1390.15	21.53	-241.95	29.83	22.94	54.52	44771.347	1.402
HD 192678(2)	4725.01	6.72	8.32	118.21	-37.47	9.87	44771.347	1.402
HD 201174	899.42	13.24	-1441.34	18.51	-219.54	20.19	54015.301	0.012

Name	$P$	$\sigma_P$	$z_1$	$\sigma_{z_1}$	$z_2$	$\sigma_{z_2}$	$N_V$	$\chi^2$	Note/Method	References
(1)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
HD 137909(3)	18.4868	0.0001	0.1844	0.0073	0.9788	0.0181	91	1.28	$B_s$	310, 907
HD 142070(1)	3.3721	0.0002	0.9914	0.0044	0.9436	0.0659	39	12.51	$B_l$	606, 677, 752, 844, 899
HD 142070(2)	3.3721	0.0002	0.9833	0.0114	0.9560	0.0113	61	2.70	$B_s$	254, 752, 919
HD 144941(1)	13.93	0.22	0.9889	0.0262	0.0130	0.0266	5	7.10	$B_l$ all line	880
HD 144941(2)	13.93	0.22	0.9740	0.0976	0.9644	0.0199	5	1.58	$B_l$ H line	880
HD 147010(3)	3.920676	0.000123	0.8614	0.0084	0.9173	0.1561	11	3.39	$B_s$	919
HD 165474(2)	9990.0	760.0	0.9298	0.0096	0.1166	0.0841	48	4.83	$B_s$	36, 254, 752, 919, 962
HD 170000	1.71650213	0.00000021	0.9488	0.0035	0.1116	0.0144	17	3.20	$B_l$	890
HD 170973	18.064	0.005	0.0105	0.0096	0.9872	0.0602	22	5.92	$B_l$	856, 943
HD 171247	7.8724	0.0054	0.9743	0.0263	0.0029	0.1566	21	1.82	$B_l$	886
HD 176436	1.7315	0.0001	0.9318	0.1278	0.0264	0.1451	8	0.74	$B_l$	927, 951
HD 180374	1.90291	0.00012	0.0362	0.0047	0.1528	0.0463	6	56.07	$B_l$	927
HD 181436	1.19114	0.00013	0.0191	0.0842	0.9785	0.0516	4	0.38	$B_l$	927, 951
HD 187474(1)	2345.0	59.0	0.9998	0.0013	0.9759	0.0923	65	10.21	$B_l$	1, 184, 752, 510, 826, 919
HD 187474(2)	2345.0	59.0	0.0294	0.0036	0.0088	0.0104	50	1.30	$B_s$	218, 254, 752, 919
HD 188101	3.98726	0.00014	0.0085	0.0531	0.0058	0.0929	9	3.35	$B_l$	927, 951
HD 192678(1)	6.4199	0.0001	0.9927	0.0269	0.0105	0.1544	25	7.83	$B_l$	41, 255, 427
HD 192678(2)	6.4199	0.0001	0.9847	0.2387	0.8992	0.0423	43	4.79	$B_s$	218, 254, 752, 919
HD 201174	2.4303	0.0009	0.0011	0.0022	0.9918	0.0161	43	5.24	$B_l$	548, 732, 768, 774, 844, 899

Таблица 5. (Продолжение)

Name	$B_0$ , G	$\sigma_{B_0}$ , G	$B_1$ , G	$\sigma_{B_1}$ , G	$B_2$ , G	$\sigma_{B_2}$ , G	$T_0$ , days	$\sigma_{T_0}$ , days
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
HD 208217(2)	7676.72	14.53	-559.84	21.45	445.48	19.21	49818.936	0.127
HD 213637(1)	738.83	14.39	-86.45	24.06	-56.98	23.82	52477.321	0.093
HD 214479(1)	-148.76	9.93	-83.95	14.12	-55.07	10.39	56901.598	0.046
HD 214479(2)	-179.78	36.62	-198.51	39.47	14.32	54.78	56903.111	0.075
HD 221218	-52.74	11.67	-2985.86	19.75	239.18	15.49	55788.379	0.026
HD 225728	242.98	60.41	-1142.46	41.33	-0.54	295.14	58574.276	0.024
HD 318107(1)	3276.46	39.47	-2063.92	47.97	-359.98	51.35	48828.530	0.032
HD 318107(2)	14578.68	21.08	1388.44	31.68	556.96	35.09	48828.530	0.032
S CrA N	1199.25	11.54	-245.28	17.13	-36.95	56.44	58283.696	0.058

Name	$P$	$\sigma_P$	$z_1$	$\sigma_{z_1}$	$z_2$	$\sigma_{z_2}$	$N_V$	$\chi^2$	Note/Method	References
(1)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
HD 208217(2)	8.44475	0.00011	0.1162	0.0056	0.0879	0.0083	45	11.91	$B_s$	254, 374, 752, 919
HD 213637(1)	52.40815	0.00333	0.0081	0.0422	0.9950	0.0712	4	1.99	$B_l$	760
HD 214479(1)	4.08319598	0.0000095	0.9330	0.0079	0.0547	0.0223	11	2.74	$B_l$ A comp.	952
HD 214479(2)	4.08319598	0.0000095	0.9546	0.0326	0.9850	0.1744	11	1.30	$B_l$	952
HD 221218	2.63654	0.00008	0.9907	0.0008	0.9399	0.0085	13	547.38	$B_l$	917
HD 225728	3.68435	0.00008	0.9182	0.0153	0.0170	0.2173	2	5.68	$B_l$	917
HD 318107(1)	9.70895	0.00214	0.0074	0.0049	0.9031	0.0251	5	89.39	$B_l$	256, 561, 752, 760
HD 318107(2)	9.70895	0.00214	0.9407	0.0035	0.9821	0.0081	110	15.90	$B_s$	254, 561, 762, 919
S CrA N	6.474	0.021	0.0797	0.0097	0.8919	0.1812	7	16.97	$B_l$	953

Таблица 6. Таблица перекрестных ссылок. Приведен фрагмент таблицы. Полную версию см. в Дополнительных материалах

Номер ссылки	Библиографическое описание
1	Babcock (1958)
2	Borra and Landstreet (1980)
4	Babcock (1954)
5	Babcock (1960)
7	Preston (1967)

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания САО РАН, утвержденного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. G. Alecian, Monthly Notices Royal Astron. Soc. **454** (3), 3143 (2015). DOI:10.1093/mnras/stv2205
2. G. Alecian and M. J. Stift, Monthly Notices Royal Astron. Soc. **482** (4), 4519 (2019). DOI:10.1093/mnras/sty3003
3. H. W. Babcock, Astrophys. J. **132**, 521 (1960). DOI:10.1086/146960
4. L. A. Balona, G. Handler, S. Chowdhury, et al., Monthly Notices Royal Astron. Soc. **485** (3), 3457 (2019). DOI:10.1093/mnras/stz586
5. V. D. Bychkov, L. V. Bychkova, and J. Madej, Astron. and Astrophys. **430**, 1143 (2005). DOI:10.1051/0004-6361/20034563
6. V. D. Bychkov, L. V. Bychkova, and J. Madej, Monthly Notices Royal Astron. Soc. **394** (3), 1338 (2009). DOI:10.1111/j.1365-2966.2008.14227.x
7. V. D. Bychkov, L. V. Bychkova, and J. Madej, Astron. and Astrophys. **652**, id. A31 (2021a). DOI:10.1051/0004-6361/202040215
8. V. D. Bychkov, L. V. Bychkova, and J. Madej, Astron. and Astrophys. Transactions **32** (2), 143 (2021b).
9. A. David-Uraz, C. Neiner, J. Sikora, et al., Monthly Notices Royal Astron. Soc. **487** (1), 304 (2019). DOI:10.1093/mnras/stz1181
10. A. J. Deutsch, Astrophys. J. **159**, 985 (1970). DOI:10.1086/150376
11. J. F. Donati, L. T. Lehmann, P. I. Cristofari, et al., Monthly Notices Royal Astron. Soc. **525** (2), 2015 (2023). DOI:10.1093/mnras/stad2301
12. J. F. Donati, J. Morin, P. Petit, et al., Monthly Notices Royal Astron. Soc. **390** (2), 545 (2008). DOI:10.1111/j.1365-2966.2008.13799.x

13. M. Giarrusso, M. Cecconi, R. Cosentino, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **514** (3), 3485 (2022). DOI:10.1093/mnras/stac1488
14. J. H. Grunhut, G. A. Wade, C. Neiner, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **465** (2), 2432 (2017). DOI:10.1093/mnras/stw2743
15. M. Jaschek and D. Egret, *Publication Speciale du Centre de Donnees Stellaires* **4**, 13 (1982).
16. J. Krtićka, Z. Mikulášek, G. W. Henry, et al., *Astron. and Astrophys.* **499** (2), 567 (2009). DOI:10.1051/0004-6361/200811123
17. J. Krtićka, Z. Mikulášek, T. Lüftinger, and M. Jagelka, *Astron. and Astrophys.* **576**, id. A82 (2015). DOI:10.1051/0004-6361/201425097
18. J. Krtićka, Z. Mikulášek, T. Lüftinger, et al., *Astron. and Astrophys.* **537**, id. A14 (2012). DOI:10.1051/0004-6361/201117490
19. D. W. Kurtz and P. Martinez, *Baltic Astronomy* **9**, 253 (2000). DOI:10.1515/astro-2000-0209
20. J. Labadie-Bartz, S. Hümmerich, K. Bernhard, et al., *Astron. and Astrophys.* **676**, id. A55 (2023). DOI:10.1051/0004-6361/202346657
21. H. M. Maitzen, *Astron. and Astrophys.* **138**, 493 (1984).
22. G. Mathys, *Astron. and Astrophys.* **601**, id. A147 (2024). DOI:10.1051/0004-6361/202348259
23. G. Mathys, D. L. Holdsworth, and D. W. Kurtz, *Astron. and Astrophys.* **683**, id. A227 (2024). DOI:10.1051/0004-6361/202348259
24. N. V. Metlova, V. D. Bychkov, L. V. Bychkova, and J. Madej, *Astrophysical Bulletin* **69** (3), 315 (2014). DOI:10.1134/S1990341314030067
25. G. Michaud, C. Megessier, and Y. Charland, *Astron. and Astrophys.* **103**, 244 (1981).
26. G. W. Preston, *Publ. Astron. Soc. Pacific* **83** (495), 571 (1971). DOI:10.1086/129174
27. G. W. Preston, *Annual Rev. Astron. Astrophys.* **12**, 257 (1974). DOI:10.1146/annurev.aa.12.090174.001353
28. D. M. Pyper and S. J. Adelman, *Publ. Astron. Soc. Pacific* **129** (980), 104203 (2017). DOI:10.1088/1538-3873/aa7c9e
29. G. Rauw, Y. Nazé, A. ud-Doula, and C. Neiner, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **521** (2), 2874 (2023). DOI:10.1093/mnras/stad693
30. P. Renson and F. A. Catalano, *Astron. and Astrophys.* **378**, 113 (2001). DOI:10.1051/0004-6361:20011065
31. S. H. Saar and J. L. Linsky, *Astrophys. J.* **299**, L47 (1985). DOI:10.1086/184578
32. S. H. Saar, J. L. Linsky, and J. M. Beckers, *Astrophys. J.* **302**, 777 (1986). DOI:10.1086/164040
33. M. Schwarzschild, *Astrophys. J.* **112**, 222 (1950). DOI:10.1086/145336
34. J. M. Seach, S. C. Marsden, B. D. Carter, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **513** (3), 4278 (2022). DOI:10.1093/mnras/stac1173
35. J. Sikora, A. David-Uraz, S. Chowdhury, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **487** (4), 4695 (2019a). DOI:10.1093/mnras/stz1581
36. J. Sikora, G. A. Wade, J. Power, and C. Neiner, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **483** (2), 2300 (2019b). DOI:10.1093/mnras/sty3105
37. D. W. N. Stibbs, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **110**, 395 (1950). DOI:10.1093/mnras/110.4.395
38. G. A. Wade, D. Kudryavtsev, I. I. Romanyuk, et al., *Astron. and Astrophys.* **355**, 1080 (2000).
39. I. A. Yakunin, E. A. Semenko, I. I. Romanyuk, et al., *Astrophysical Bulletin* **78** (2), 141 (2023). DOI:10.1134/S1990341323020128

## Catalog of Average Magnetic Phase Curves of Stars II. Addendum to the Second Catalog

V. D. Bychkov<sup>1</sup> and L. V. Bychkova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Special Astrophysical Observatory, Russian Academy of Sciences, Nizhnii Arkhyz, 369167 Russia

The main objectives of this work is to obtain the average magnetic phase curves of stars in order to determine their parameters for the purpose of describing their magnetic behavior and for statistical studies. This work was necessitated by two factors: the appearance of new high-accuracy magnetic measurements, which made it possible to refine the variability parameters for some previously studied stars; and the availability of new magnetic measurements for stars with rotation periods determined from high-accuracy photometry from space missions. As a result of this addition, average magnetic phase curves are currently available for 415 stars, 258 of which are Ap/Bp stars. Such a large number of Ap/Bp stars allows one not only to estimate the variability parameters but also to try to find a cause explaining the extremely slow rotation of some of these stars.

Keywords: *catalog—stars: fundamental parameters—stars: magnetic fields—stars: rotation*