

УДК 524.3

## **Вторая версия каталога средних магнитных фазовых кривых звезд**

*В.Д. Бычков<sup>1</sup>, Л.В. Бычкова<sup>1</sup>, Ю. Мадей<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Специальная астрофизическая обсерватория РАН, п. Нижний Архыз, Карачаево-Черкесская Республика, Россия, 369167  
*vbych@sao.ru*

<sup>2</sup> Обсерватория Варшавского университета, Островик, Польша  
*jm@astrouw.edu.pl*

Поступила в редакцию 4 октября 2017 г.

**Аннотация.** Вторая версия каталога средних магнитных фазовых кривых (МФК) содержит сведения о 308 звездах различных типов. За время, прошедшее после создания первого каталога (Бычков и др., 2005), ситуация принципиально изменилась в первую очередь из-за того, что существенно повысилась точность измерения магнитных полей (МП). В настоящее время у многих типов звезд обнаружены глобальные магнитные поля и частично изучено их поведение. Наиболее детально изучено магнитное поведение Ap – Bp звезд. В каталоге содержатся сведения о 190 таких объектах. Основные цели создания каталога:

1. Обзор и обобщение накопленного наблюдательного материала о магнитном поведении разных типов звезд.
2. Проведение статистического анализа переменности магнитных полей звезд на основании собранных и однородно обработанных измерений.
3. Определение ориентации осей вращения звезд.
4. Для проверки различного рода теоретических моделей сведения представлены в наиболее удобной форме.
5. Каталог будет полезен для разработки наблюдательных программ.
6. Настоящий каталог открывает дополнительные возможности для исследования звезд, имеющих экзопланеты.

THE SECOND VERSION OF THE CATALOGUE OF AVERAGE MAGNETIC PHASE CURVES, *by V.D. Bychkov, L.V. Bychkova, J. Madej.* The second version of the catalogue of average magnetic phase curves involves data about 308 different type stars. Over the time that passed after the creation of the first catalogue (Bychkov et al., 2005) the situation has radically changed due to a significant increase in accuracy of magnetic field measurements. Currently, the global magnetic fields in many types of stars are detected and their behavior is partially studied. The magnetic behavior of Ap – Bp stars has been studied in detail. The catalogue includes data about 190 such objects. The main purposes for creating the catalogue:

1. To survey and compile the collected observational data about the magnetic behavior of different type stars.
2. To perform the statistical analysis of variability of stellar magnetic fields based on the collected and uniformly processed measurements.

3. To determine the orientation of stellar rotation axes.
4. To present data in the most convenient form to examine different theoretical models.
5. The catalogue can be useful for developing observational programs.
6. The catalogue opens possibilities for studying stars with exoplanets.

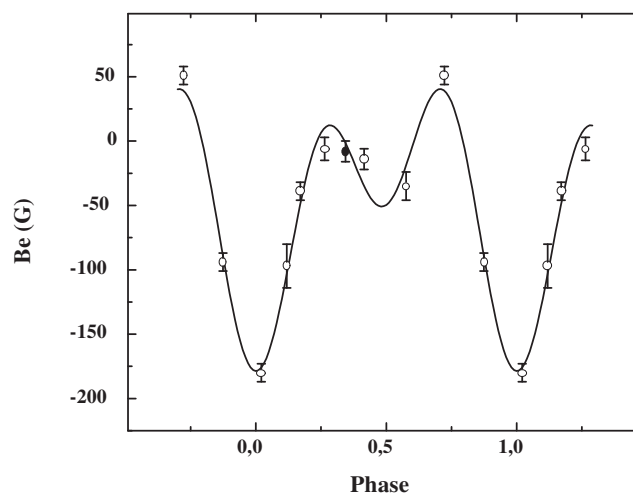
**Ключевые слова:** магнитные поля звезд, переменность

## 1 Введение

Мы собирали и анализировали результаты прямых измерений магнитных полей звезд из различных литературных источников, а также частные сообщения некоторых исследователей и свои частично опубликованные измерения, проводимые в САО РАН (Бычков, 2008; Бычков и др., 2012, 2016).

## 2 Описание каталога

Средние магнитные фазовые кривые получены так же, как и в первом каталоге (Бычков и др., 2005) – было сделано вписывание простой или двойной синусоиды методом наименьших квадратов. Вторая версия каталога во многом аналогична первой версии. Но за прошедшее время ситуация существенно изменилась. Резко вырос поток новых высокоточных наблюдательных данных, полученных методом *LSD* (Донати и др., 1997). Это привело к открытию переменности магнитных полей у ряда звезд различных типов и уточнению уже известных МФК. Количество звезд с известными МФК возросло с 136 до 308. На рисунке 1 приведен пример МФК, полученный для классической *T Tau* звезды



**Рис. 1.** Пример МФК для классической *T Tau* звезды (*CTTS*) *V 2129 Ori* с периодом вращения 6.53 дней согласно Донати и др. (2007)

*V 2129 Ori* с периодом вращения 6.53 дней. В таблице 1 указаны типы звезд, для которых получены МФК. Как видно из таблицы, основная масса звезд, для которых получены МФК, сосредоточена в районе спектрального класса А, что объясняется большим количеством исследованных Ар/Вр звезд.

**Таблица 1.** Количество объектов, для которых получены МФК, в зависимости от спектрального типа. SPBS (slow pulsating B stars) type, HPMS (high proper-motion stars) type, TTS (T Tau stars) type

Ap/Bp	195	normal chem.comp.stars	4
var.beta Cep type	14	Be-star	5
SPBS type	6	var.type delta Sct	1
HPMS	7	semi-regular var.pulsating	2
var.delta Cep type	1	Flare stars	14
multiple star	13	Ae/Be Herbiga	9
Pulsating star	4	TTS	3
var.BY Dra type	7	Pre-main sequence	2
var.Ori type	2	EB Algol type	1
Rotationally var.star	8	in Cluster	6
host Planet star	8		

Указать точно типы звезд бывает затруднительно. Так, например, HD 96446 одновременно является переменной типа  $\beta$  Cep и имеет повышенное содержание гелия (He-rich). HD 97048 классифицируют и как TTS, и как Ae/Be Herbig. Вспыхивающая DT Vir является двойной, состоящей из UV+RS (Flare + RS CVn type stars). Наиболее исследованную группу Ap/Bp звезд, в свою очередь, можно разделить на две группы по виду МФК. Первая группа – это звезды, у которых МФК является простой синусоидой (144 объекта), вторая группа – это звезды, у которых МФК является двойной синусоидой (46 объектов).

Исключение составляет звезда HD 37776, МФК у которой описывается “тройной” синусоидой.

### 3 Заключение

Каталог МФК – это прежде всего обзор и обобщение накопленного наблюдательного материала о магнитном поведении звезд разных типов. Основная причина наблюдаемой переменности МП – это вращение звезд, в вещество которых вморожено магнитное поле, вследствие чего меняется интегральная величина проекции продольного магнитного поля на луч зрения. Но в случае холодных красных карликов (вспыхивающих звезд) магнитное поле эволюционирует, что приводит к изменению формы и параметров МФК на временах месяцы – годы. Эволюция происходит вследствие дифференциального вращения, что приводит к постоянной генерации локальных магнитных полей, которые аннигилируют (вспышки) или, наоборот, складываясь, меняют напряженность и конфигурацию глобального магнитного поля. У звезд других типов магнитные поля не могут эволюционировать столь быстро. Но тем не менее появляются факты, на основании которых можно предположить, что в некоторых случаях возможна и более быстрая эволюция магнитного поля.

Собранные и однородно обработанные сведения о переменности магнитных полей звезд позволят провести статистический анализ. Весь материал представлен в одинаковой форме, удобной для проверки различного рода теоретических моделей. Каталог будет полезен для разработки наблюдательных программ. Естественно, что по мере накопления наблюдательных данных будут уточнены периоды и параметры МФК многих звезд, входящих в каталог, а также добавятся новые исследованные объекты. Так что создание этого каталога – только некоторый этап в исследовании феномена звездного магнетизма.

**Благодарности.** Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 14-50-00043, направление “Экзопланеты”.

## **Литература**

Бычков (Bychkov V.D.) // *Astrophys. Bull.* 2008. V. 63. P. 83.

Бычков и др. (Bychkov V.D., Bychkova L.V., Madej J.) // *Astron. Astrophys.* 2005. V. 430. P. 1143.

Бычков и др. (Bychkov V.D., Bychkova L.V., Madej J.) // *Acta Astron.* 2012. V. 62. P. 297.

Бычков и др. (Bychkov V.D., Bychkova L.V., Madej J.) // *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* 2016. V. 455. P. 2567.

Донати и др. (Donati J.-F., Semel M., Carter B.D., Rees D.E., Collier Cameron A.) // *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* 1997. V. 291. P. 658.

Донати и др. (Donati J.-F., Jardine M.M., Gregory S.G., Petit P., Bouvier J., et al.) // *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* 2007. V. 380. P. 1297.