

УДК 524.35

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АХ CVn (HD 110066)© 2021 В. Д. Бычков^{1*}, Л. В. Бычкова¹, Ю. Мадей², Г. Г. Валявин¹, Т. Е. Бурлакова¹, В. Н. Аитов¹, Г. А. Галазутдинов^{1,3,4}, А. О. Граужанина¹, В. В. Цымбал⁵¹ Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, 369167 Россия² Астрономическая обсерватория Варшавского университета, Варшава, 00-478 Польша³ Институт астрономии Северного католического университета, Антофагаста, 1270709 Чили⁴ Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, 196140 Россия⁵ Институт астрономии РАН, Москва, 119017 Россия

Поступила в редакцию 26 января 2021 года; после доработки 2 марта 2021 года; принята к публикации 2 марта 2021 года

В рамках программы исследования магнитной переменности долгопериодических магнитных звезд мы провели магнитный мониторинг Ар-звезды HD 110066 (АХ CVn), предполагаемый период переменности которой оценивался в 13.4 года. На основании наших измерений магнитного поля, выполненных на 1-м телескопе САО РАН, и литературных данных мы предположили, что наиболее вероятный период этой звезды $P = 6.4769 \pm 0.0011$ дня, а также мы оценили параметры модели наклонного ротатора, описывающей магнитную переменность HD 110066. Для определения химического состава звезды с помощью волоконного спектрометра БТА САО РАН мы получили спектр высокого разрешения ($R \approx 70\,000$). Оценки химического состава полностью совпали с оценками по спектру, полученному с аналогичным разрешением на спектрометре ESPaDOnS (CFHT, Мауна Кеа, Hawaii).

Ключевые слова: звезды: переменные: пекулярные — звезды: индивидуальные: HD 110066

1. ВВЕДЕНИЕ

Магнитные Ар-звезды имеют ряд отличительных особенностей, одной из которых является существенное, в среднем около четырех раз, более медленное вращение по сравнению с нормальными звездами такого же спектрального класса и светимости (Abt and Morrell 1995). Предложен ряд объяснений этого факта. Так, например, Stępień (2000) предложил одно из объяснений замедления вращения Ар-звезд на стадии эволюции до прихода на Главную последовательность. Mestel (1968) указывал на то, что глобальное магнитное поле звезды влияет на звездный ветер, передавая ему механический момент вращения, и это способствует потере момента, то есть торможению вращения звезды. Таким образом, одно из предложенных объяснений медленного вращения — это «магнитное» торможение вследствие взаимодействия глобального магнитного поля звезды с межзвездной средой. Эффективность такого взаимодействия зависит от многих параметров: ориентации оси вращения звезды относительно направления движения в межзвездном пространстве, ориентации и конфигурации магнитного поля, напряженности магнитного поля, параметров межзвездной среды и

т.д. Эти аспекты подробно рассмотрены в работе Fabrika and Buzhkov (1988), в которой, в частности, показано, что эффективность торможения нелинейным образом также зависит и от скорости вращения магнитной звезды: чем медленнее она вращается, тем эффективнее происходит «магнитное» торможение. Поэтому особый интерес в исследовании «магнитного» поведения Ар-звезд представляют объекты с наиболее продолжительными периодами.

В настоящее время известно несколько магнитных Ар-звезд, длительность периодов вращения которых поражает. Так, например, у звезды Пшибыльского (HD 101065, Przybylski's star) предполагаемый период равен 188 годам (Hubrig et al. 2018), а у звезды γ Equ (HD 201601) — 97 годам (Buzhkov et al. 2016). Однако таких уникальных звезд, к сожалению, очень мало, и делать однозначные заключения о природе их продолжительных периодов затруднительно. Поэтому мы обратили внимание на магнитную Ар-звезду HD 110066 (АХ CVn, HR 4816, BD+36°2295, Renson 31960) SrCrEu-типа, у которой, согласно Mathys et al. (1997), предполагался период вращения 13.4 года, и провели магнитный мониторинг этого объекта на 1-м телескопе САО РАН для уточнения периода переменности магнитного поля.

*E-mail: vbych@sao.ru

2. ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ ПЕРИОД

Предпринималось много попыток определить период HD 110066 с помощью фотометрических измерений. В частности, Wolff (1975), используя литературные данные и собственные измерения, нашла, что амплитуда фотометрической переменности этой звезды в фильтре V Джонсона не превышает 0^m2 , а возможный период переменности лежит в пределах 10–20 лет. Следует отметить, что компиляция литературных данных не всегда дает надежные результаты на таких относительно небольших величинах изменения яркости, поскольку могут существовать некоторые систематические различия в оценках, получаемых разными авторами на различных инструментах (Purser and Adelman 2017). Adelman (1981) на основании спектрофотометрических измерений и литературных данных оценил вероятный период переменности в 4900 дней (13.4 года), который до сих пор широко используется при исследованиях. В этой работе автор упоминает, что возможная амплитуда фотометрической переменности находится на уровне точности измерений, т.е. весьма неопределенная. Поскольку амплитуда фотометрической переменности HD 110066 мала, для определения периода переменности надо либо существенно повысить точность фотометрических измерений, либо попытаться использовать другие параметры — переменность магнитного поля этой звезды, или же исследовать вращение плоскости поляризации, как это делалось для некоторых Ар-звезд в работе Leroу (1995).

3. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ HD 110066

Впервые магнитное поле звезды HD 110066 было измерено Babcock (1958) в 1955–1957 гг. фотографическим методом. Согласно Bychkov et al. (2003), точность измерения магнитного поля, приведенного в каталоге Babcock (1958), оценивается в зависимости от скорости вращения $V_e \sin i$ как $\sigma = 237.6 \exp(0.0465 V_e \sin i)$. Принимая оценку $V_e \sin i < 3.3 \text{ км с}^{-1}$ (Romanovskaya et al. 2020), получаем $\sigma_{B_l} = 277 \text{ Гс}$. Мы не использовали в данном исследовании результаты, полученные Babcock (1958), из-за их низкой точности.

Позднее более современные и высокоточные измерения проводились в работах Mathys (2017) и Romanuyuk et al. (2014), Romanuyuk et al. (2017). Однако количество измерений, полученное этими авторами, невелико — всего шесть (см. таблицу 1). Согласно этим измерениям, величина продольного магнитного поля H_l лежит в пределах от -80 до -220 Гс .

Для изучения «магнитного» поведения HD 110066 мы провели измерения магнитного поля

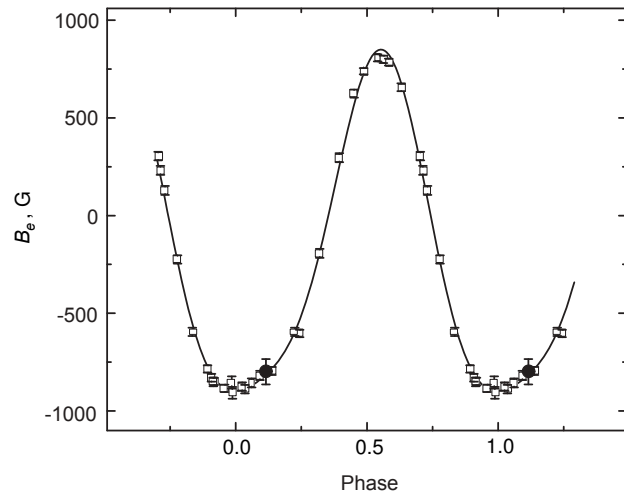


Рис. 1. Средняя магнитная фазовая кривая магнитного стандарта α^2 CVn, построенная по высокоточным измерениям из работы Silvester et al. (2012) — пустые квадраты. Оценка по наблюдениям на 1-м телескопе CAO РАН 1 апреля 2018 г. отмечена заполненным кружком.

на 1-м телескопе CAO РАН. Были использованы зеемановские спектры, полученные со спектрометром CEGS (Musaev 1996), установленным в фокусе кудэ и оснащенный анализатором циркулярной поляризации (АЦП (Bychkov 2008)). Поляризационные инструментальные эффекты были исследованы в работах Bychkov et al. (1998; 2000). Измерения проводились в интервале 1 апреля 2018 г.—8 апреля 2020 г. (чуть более двух лет). Всего мы получили 21 оценку магнитного поля, они приведены в таблице 1. Согласно нашим измерениям, величины магнитного поля всегда имеют отрицательный знак и показывают переменность в пределах от -40 до -330 Гс .

Для контроля правильности работы применяемой методики во время наблюдений выполнялись измерения стандартов магнитного поля (Bychkov 2008). В основном использовались α^2 CVn и 53 Cam. Например, 1 апреля 2018 г. с разницей 1.5 часа проводились наблюдения HD 110066 и α^2 CVn. На рис. 1 представлена средняя магнитная фазовая кривая для звезды α^2 CVn, построенная по высокоточным оценкам, взятым из работы Silvester et al. (2012), на которую нанесено значение, полученное нами 1 апреля 2018 г. на 1-м телескопе CAO РАН. Как видно на рисунке, оно хорошо совпадает со средней фазовой кривой.

На рис. 2 изображена средняя магнитная фазовая кривая HD 110066, построенная по измерениям, выполненным на 1-м телескопе CAO РАН, и по литературным данным (Mathys 2017, Romanuyuk et al. 2014, Romanuyuk et al. 2017). Все значения с указанием источника приведены в таблице 1.

Таблица 1. Оценки магнитного поля HD 110066

JD2400000.+	B_l , G	σB_l	Ref.
49830.634	-129	47	Mathys (2017)
50497.852	-85	60	Mathys (2017)
50832.873	-131	76	Mathys (2017)
54110.573	-110	50	Romanyuk et al. (2014)
54162.431	-120	50	Romanyuk et al. (2014)
55345.244	-220	10	Romanyuk et al. (2017)
58209.3771	-326	44	this work
58210.3764	-132	31	this work
58266.2926	-279	72	this work
58272.2948	-316	64	this work
58273.3691	-298	111	this work
58293.2781	-199	30	this work
58294.3208	-42	63	this work
58297.3489	-321	34	this work
58298.2958	-223	25	this work
58299.2781	-228	27	this work
58300.2785	-145	31	this work
58447.6035	-334	24	this work
58448.6052	-260	24	this work
58561.3996	-126	13	this work
58562.3687	-107	19	this work
58653.3517	-186	42	this work
58853.5337	-192	19	this work
58854.5184	-284	18	this work
58854.5625	-321	18	this work
58854.6111	-175	20	this work
58947.4045	-309	38	this work

Используя полученные нами данные и измерения Mathys (2017), Romanyuk et al. (2014), Romanyuk et al. (2017), мы попытались определить период переменности объекта. Методы использовались те же, что и в работе Vuchkov et al. (2016). В результате был найден наиболее вероятный период $P = 6.4769 \pm 0.0011$ дня. Если период действительно таков, то звезда имеет малый угол наклона оси вращения к лучу зрения, вследствие чего мы постоянно видим «отрицательный» полюс магнитного поля на видимой поверхности.

Параметры магнитной переменности:

$$P = 6^d4769 \pm 0^d0011;$$

$$T_0 = 2449826.738 \pm 0.104 \text{ JD};$$

$$B_0 = -194 \pm 8 \text{ Гс};$$

$$B_1 = 102 \pm 11 \text{ Гс};$$

$$B_l = B_0 + B_1 \cos \phi;$$

$$r = 0.309 \pm 0.053.$$

Согласно формуле из работы Netopil et al. (2017),

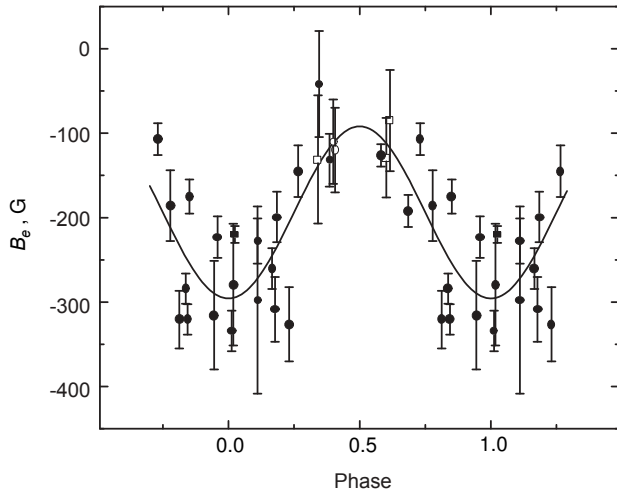


Рис. 2. Средняя магнитная фазовая кривая HD 110066, построенная по оценкам, полученным на 1-м телескопе САО РАН (заполненные кружки) и по оценкам Mathys (2017) (пустые квадраты), Romanuk et al. (2007) (пустые кружки), Romanuk et al. (2017) (заполненные квадраты).

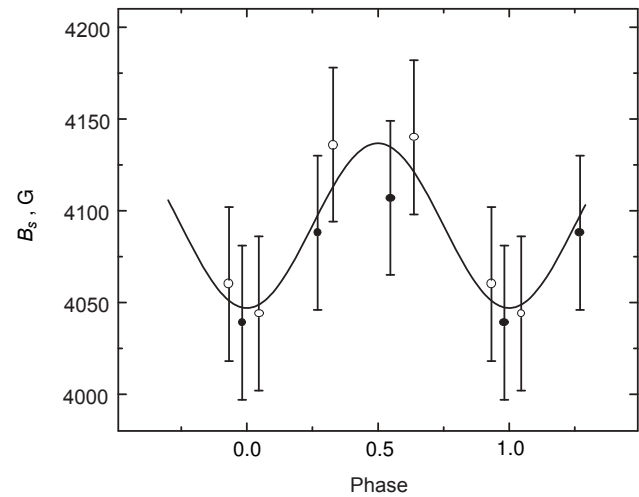


Рис. 3. Средняя магнитная фазовая кривая поверхностного поля B_s , полученная по оценкам Mathys et al. (1997) и Mathys (2017) — открытые и заполненные кружки соответственно.

определим экваториальную скорость вращения звезды:

$$V_e = \frac{50.579R}{P}, \quad (1)$$

где R — радиус звезды в радиусах Солнца, а P — период вращения в днях. Подставляя оценку радиуса звезды $R/R_\odot = 2.68 \pm 0.01$ из работы Romanovskaya et al. (2020) и период, определенный нами, получаем $V_e = 20.93 \pm 0.08$ км с⁻¹. Согласно Romanovskaya et al. (2020), $V_e \sin i = 3.3 \pm 0.3$ км с⁻¹, поэтому $i = 9^\circ 1 \pm 0^\circ 9$.

Используем выражения из работ Preston (1967; 1971) для модели наклонного ротатора в случае центрального диполя:

$$r = \frac{H_{e(\min)}}{H_{e(\max)}} = \frac{\cos \beta \cos i - \sin \beta \sin i}{\cos \beta \cos i + \sin \beta \sin i}, \quad (2)$$

$$r = \frac{\cos(\beta + i)}{\cos(\beta - i)}, \quad (3)$$

$$\operatorname{tg} \beta = \left(\frac{1 - r}{1 + r} \right) \cot i. \quad (4)$$

В итоге получаем величину угла наклона оси магнитного поля к оси вращения $\beta = 72^\circ 5_{-1.3}^{+2.4}$.

Поверхностное магнитное поле B_s измерялось в работах Mathys et al. (1997) и Mathys (2017): получены четыре и три значения соответственно, каждое на временном интервале 5.9 лет с точностью около 50 Гс (Mathys et al. 1997). Эти величины

близки и лежат в пределах от 4039 до 4140 Гс. В среднем по этим измерениям поверхностное магнитное поле составляет $B_{s, \text{mean}} = 4092 \pm 16$ Гс.

Судить о каком-то временном тренде B_s по этим оценкам тоже сложно. Это, скорее, свидетельствует в пользу гипотезы о коротком периоде в 6.4769 дня, чем о длинном в 4900 дней. В качестве примера можно привести звезды HD 75049, HD 81009, HD 93507, HD 144897, HD 166473, HD 192678 и ряд других, ось вращения которых наклонена не под столь малым углом к лучу зрения, и вследствие этого у них не только продольное магнитное поле B_l , но и поверхностное магнитное поле B_s имеет фазовую зависимость (Bychkov et al. 2020). На рис. 3 изображена средняя фазовая кривая B_s с оценками из Mathys et al. (1997) и Mathys (2017). При построении этой кривой мы не использовали оценку из работы Romanovskaya et al. (2020) (JD24557498.399, $B_s = 4015 \pm 180$ Гс) из-за ее относительно низкой точности.

Полученные параметры переменности:

$$P = 6^d 4769 \pm 0^d 0011;$$

$$B_{s0} = 4092 \pm 16 \text{ Гс};$$

$$B_{s1} = 52 \pm 21 \text{ Гс}.$$

4. ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Независимым способом проверки правильности определения периода и построения модели является поляриметрический мониторинг объекта (Bagnulo et al. 1995, Landolfi et al. 1993, Leroy et al. 1994). К сожалению, для HD 110066 в литературе

Таблица 2. Поляриметрические измерения

JD2400000.+	Filter	P , %	σP	θ , deg	$\sigma\theta$	Ref.
	U	0.490	0.090			Coyne (1970)
49371.633	B	0.179	0.012	65		Leroy (1995)
49456.513	B	0.164	0.010	67		Leroy (1995)
	V	0.0030	0.0005	77	5	Appenzeller (1968)

встречаются только единичные измерения линейной поляризации (см. ссылки в таблице 2), которые проводились в разных фильтрах широкополосной фотометрической системы UBV (Jonson). Необходим поляриметрический мониторинг этой звезды, так как имеющихся данных недостаточно для уверенных заключений. На их основании можно только сделать вывод о том, что линейная поляризация для HD 110066 максимальна в фильтре U и минимальна в V , и предположить, что поиск вращения плоскости поляризации даст наиболее надежные результаты по измерениям прежде всего в фильтре U .

5. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ HD 110066

При определении химического состава звезды важны высокоточные оценки ее основных фундаментальных параметров, прежде всего T_{eff} и $\lg g$. Для HD 110066 они были сделаны в работе Romanovskaya et al. (2020): $T_{\text{eff}} = 9140 \pm 100$ K, $\lg g = 4.06 \pm 0.05$. Радиус звезды $R/R_{\odot} = 2.68 \pm 0.01$ при параллаксе 7.131 ± 0.056 mas. Светимость $L/L_{\odot} = 1.65 \pm 0.03$, $V \sin i = 3.3 \pm 0.3$ км с⁻¹.

Количественный химический состав был определен в работах Romanovskaya et al. (2020), Ryabchikova et al. (2004; 2001). При этом использовался спектр высокого спектрального разрешения ($R = 65\,000$), полученный со спектрополяриметром ESPaDOnS 20 апреля 2016 г. (JD2457498.399, магнитная фаза 0.460), установленном на канадо-франко-гавайском 3.6-м телескопе (CFHT), обсерватория Мауна Кеа, Гавайи (Romanovskaya et al. 2020). Авторы цитируемой работы оценили содержание 32 химических элементов в разных стадиях ионизации, причем для 12 из них — по двум стадиям. Химический состав оказался типичным для Ар-звезд SrCrEu-типа. Избыток стронция Sr в атмосфере достигает 3.36 dex, избыток хрома Cr — 2.91 dex, избыток европия Eu — 5.65 dex, а избыток гадолиния Gd — 3.69 dex.

Для уточнения химического состава HD 110066 на волоконном спектрометре БТА САО РАН 9 апреля 2020 г. (JD2458949.35578) нами был получен спектр с разрешением порядка $R = 70\,000$.

Зная, что у ряда Ар-звезд наблюдается сильная спектральная переменность, мы использовали период магнитной переменности (который считаем периодом вращения) и вычислили фазы получения спектров на спектрополяриметре ESPaDOnS и волоконном спектрометре БТА. Фазы оказались равными 0.460 и 0.479 соответственно. Оба спектра получены с разрешением сравнимого порядка, разница их фаз составляет всего 0.019, поэтому для существенной разницы нет причин.

Сравнение спектров приводится на рис. 4. Очевидно их практически полное совпадение, поэтому оценки химического состава, полученные нами по спектру с БТА с волоконным спектрометром (Valyavin et al. 2014; 2020), также полностью совпадают с оценками из работы Romanovskaya et al. (2020). Доказательством является и полное совпадение рассчитанного синтетического спектра с наблюдаемым, показанное на рис. 5. Поэтому оценки химического состава из работы Romanovskaya et al. (2020) мы считаем достоверными.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изначально задачей нашего исследования было изучение магнитного поведения HD 110066 с длинным периодом (около 13.4 лет). Однако, получив ряд магнитных измерений, по длительности сравнимый с предполагаемым периодом звезды, мы обнаружили, что его продолжительность составляет, скорее всего, $P = 6^{\text{d}}4769 \pm 0^{\text{d}}0011$, что типично для SrCrEu- Ар-звезд. В этом случае ось вращения наклонена к лучу зрения под углом i , не превышающем $9^{\circ}1$. Если структура магнитного поля дипольная, наклон оси диполя к оси вращения составляет около 73° . В таком случае эта звезда ориентирована к нам отрицательным полюсом, ось вращения близка к лучу зрения, и, следовательно, ожидать в этой ситуации большой переменности магнитного поля или блеска не приходится. Для проверки правильности найденного периода и предлагаемой модели необходимо выполнить высокоточные поляриметрические измерения, аналогичные тем, которые ранее проводились Leroy (1995) для других звезд.

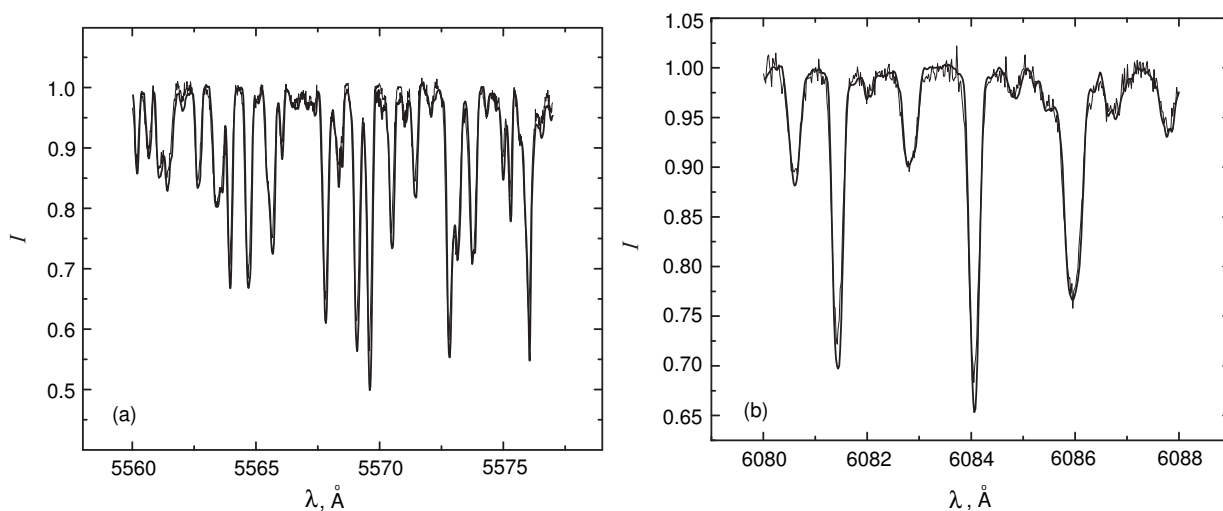


Рис. 4. (a) — Сравнение нормализованного спектра, полученного на БТА с помощью волоконного спектрополяриметра (Valyavin et al. 2014; 2020), с архивным спектром (ESPaDOs/CFHT). Видно, что спектры практически полностью совпадают. (b) — Сравнение спектра, полученного на БТА SAO РАН с помощью волоконного спектрополяриметра, и синтетического, рассчитанного согласно параметрам и химическому составу атмосферы (Romanovskaya et al. 2020), для участка спектра в интервале 6080–6088 Å.

Мы также ставили задачу исследовать химический состав этой звезды количественно. Для этого на волоконном спектрометре БТА SAO РАН мы получили спектр HD 110066 с разрешением порядка $R = 70\,000$ и по нему определили количественный химический состав. Во время подготовки результатов нашего исследования к печати была опубликована работа Romanovskaya et al. (2020) с оценками, которые полностью совпадают с нашими результатами определения химического состава и были получены теми же методами и по полностью аналогичному наблюдательному материалу. По этой причине мы в данной работе ограничиваемся подтверждением оценок, сделанных в работе Romanovskaya et al. (2020).

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарят Дона Куртца за предоставление его компьютерной программы, которая использовалась для анализа временного ряда.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при поддержке грантом Министерства науки и высшего образования РФ № 075-15-2020-780 (№ 13.1902.21.0039).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. H. A. Abt and N. I. Morrell, *Astrophys. J. Suppl.* **99**, 135 (1995).
2. S. J. Adelman, *Astron. and Astrophys. Suppl.* **44**, 265 (1981).
3. I. Appenzeller, *Astrophys. J.* **151**, 907 (1968).
4. H. W. Babcock, *Astrophys. J. Suppl.* **3**, 141 (1958).
5. S. Bagnulo, E. Landi Degl'Innocenti, M. Landolfi, and J. L. Leroy, *Astron. and Astrophys.* **295**, 459 (1995).
6. V. D. Bychkov, *Astrophysical Bulletin* **63** (1), 83 (2008).
7. V. D. Bychkov, L. V. Bychkova, and J. Madej, *Astron. and Astrophys.* **407**, 631 (2003).
8. V. D. Bychkov, L. V. Bychkova, and J. Madej, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **455** (3), 2567 (2016).
9. V. D. Bychkov, L. V. Bychkova, and J. Madej, *arXiv e-prints arXiv:2004.14099* (2020).
10. V. D. Bychkov, V. G. Romanenko, and L. V. Bychkova, *Bull. Spec. Astrophys. Obs.* **45**, 110 (1998).
11. V. D. Bychkov, V. P. Romanenko, and L. V. Bychkova, *Bull. Spec. Astrophys. Obs.* **49**, 147 (2000).
12. G. V. Coyne, *Ric. Astron. Specola Vaticana* **8**, 117 (1970).
13. S. N. Fabrika and V. D. Bychkov, in *Magnetic Stars: Proc. Int. Meet. on the Problem "Physics and Evolution of Stars"*, Nizhny Arkhyz, Russia, 1987, Ed. by Y. V. Glagolevsky, V. M. Kopylov (Nauka, Leningrad, 1988) p. 241.
14. S. Hubrig, S. P. Järvinen, J. Madej, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **477** (3), 3791 (2018).
15. M. Landolfi, E. Landi Degl'Innocenti, M. Landi Degl'Innocenti, and J. L. Leroy, *Astron. and Astrophys.* **272**, 285 (1993).
16. J. L. Leroy, *Astron. and Astrophys. Suppl.* **114**, 79 (1995).

17. J. L. Leroy, S. Bagnulo, M. Landolfi, and E. Landi Degl'Innocenti, *Astron. and Astrophys.* **284**, 174 (1994).
18. G. Mathys, *Astron. and Astrophys.* **601**, A14 (2017).
19. G. Mathys, S. Hubrig, J. D. Landstreet, et al., *Astron. and Astrophys. Suppl.* **123**, 353 (1997).
20. L. Mestel, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **138**, 359 (1968).
21. F. A. Musaev, *Astronomy Letters* **22** (5), 715 (1996).
22. M. Netopil, E. Paunzen, S. Hümmerich, and K. Bernhard, *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **468** (3), 2745 (2017).
23. G. W. Preston, *Astrophys. J.* **150**, 547 (1967).
24. G. W. Preston, *Publ. Astron. Soc. Pacific* **83** (495), 571 (1971).
25. D. M. Pypers and S. J. Adelman, *Publ. Astron. Soc. Pacific* **129** (980), 104203 (2017).
26. A. M. Romanovskaya, T. A. Ryabchikova, and D. V. Shulyak, *Astronomy Letters* **46** (5), 331 (2020).
27. I. I. Romanyuk, V. E. Panchuk, N. E. Piskunov, and D. O. Kudryavtsev, *Astrophysical Bulletin* **62** (1), 26 (2007).
28. I. I. Romanyuk, E. A. Semenko, and D. O. Kudryavtsev, *Astrophysical Bulletin* **69** (4), 427 (2014).
29. I. I. Romanyuk, E. A. Semenko, D. O. Kudryavtsev, et al., *Astrophysical Bulletin* **72** (4), 391 (2017).
30. T. Ryabchikova, N. Nesvacil, W. W. Weiss, et al., *Astron. and Astrophys.* **423**, 705 (2004).
31. T. A. Ryabchikova, I. S. Savanov, V. P. Malanushenko, and D. O. Kudryavtsev, *Astronomy Reports* **45** (5), 382 (2001).
32. J. Silvester, G. A. Wade, O. Kochukhov, et al., *Monthly Notices Royal Astron. Soc.* **426** (2), 1003 (2012).
33. K. Stępień, *Astron. and Astrophys.* **353**, 227 (2000).
34. G. G. Valyavin, V. D. Bychkov, M. V. Yushkin, et al., *Astrophysical Bulletin* **69** (2), 224 (2014).
35. G. G. Valyavin, F. A. Musaev, A. V. Perkov, et al., *Astrophysical Bulletin* **75** (2), 191 (2020).
36. S. C. Wolff, *Astrophys. J.* **202**, 127 (1975).

Magnetic Field and Chemical Abundance of AX CVn (HD 110066)

V. D. Bychkov¹, L. V. Bychkova¹, J. Madej², G. G. Valyavin¹, T. E. Burlakova¹, V. N. Aitov¹,
G. A. Galazutdinov^{1,3,4}, A. O. Grauzhanina¹, and V. V. Tsymbal⁵

¹Special Astrophysical Observatory, Russian Academy of Sciences, Nizhnij Arkhyz, 369167 Russia

²Astronomical Observatory, University of Warsaw, Warszawa, 00-478 Poland

³Central (Pulkovo) Astronomical Observatory, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, 196140 Russia

⁴Instituto de Astronomia, Universidad Catolica del Norte, Antofagasta, 1270709 Chile

⁵Institute of Astronomy, Russian Academy of Sciences, Moscow, 119017 Russia

Within the program for studying the variability of slow-rotating magnetic stars, we carried out magnetic monitoring of the Ap star HD 110066 (AX CVn), the expected variability period of which was estimated as 13.4 yrs. Based on our measurements of the magnetic field performed with the 1-m SAO RAS telescope and the literature data, we assumed that the most likely period of this star $P = 6.4769 \pm 0.0011$ days; we also estimated the parameters of the oblique rotator model describing the magnetic variability of the star HD 110066. In order to determine its chemical abundance, a high-resolution spectrum with ($R \approx 70\,000$) was obtained using the fiber-fed spectrometer of the 6-m telescope of SAO RAS. The chemical abundance estimates completely coincided with those from the spectrum obtained with a similar resolution with the ESPaDOnS spectrometer (CFHT, Mauna Kea, Hawaii).

Keywords: *stars: chemically peculiar—stars: individual: HD 110066*