
Издаётся Международной общественной организацией “Астрономическое общество”
и Государственным астрономическим институтом имени П.К. Штернберга МГУ

№ 1647, 2020 ноября 26

Переменность магнитного поля Ар звезды γ Eri

И.С. Саванов¹, И.И. Романюк² и Е.С. Дмитриенко³

¹Институт астрономии РАН, Москва, 119017 Россия

E-mail: isavanov@inasan.ru

²Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз, 369167 Россия

³Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга

Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва, 119991 Россия

Поступила в редакцию 24 ноября 2020 г.

Резюме. По нашим измерениям и по данным, доступным из литературных источников, выполнен периодограммный анализ нового массива величин продольной компоненты магнитного поля $\langle B_z \rangle$ Ар звезды γ Eri (459 измерений), который привел к заключению о существовании периода $P = 101.3 \pm 4.7$ года (36962 суток). При описании всего массива данных с помощью двух синусоид были установлены величины периодов, равные 101.9 года и 16.7 лет (с погрешностью 4.7 лет и 2.2 года, соответственно). Получены новые оценки значений $\langle B_z \rangle_{max} = 577$ Гс и $\langle B_z \rangle_{min} = -1101$ Гс. Предположительная дата перехода к положительным значениям $\langle B_z \rangle$ состоится не ранее 2031 года.

Химически-пекулярная звезда γ Eri принадлежит к числу наиболее ярких Ар звезд ($V=4.^m66$) (спектральный класс A9p, подкласс SrCrEu) и относится к типу быстроосциллирующих гоАр звезд. γ Eri обладает сильным магнитным полем. Величина продольной компоненты магнитного поля $\langle B_z \rangle$ за последние 60 лет медленно изменяется в пределах от 1000 Гс до -1600 Гс. γ Eri принято считать прототипом звезд с экстремально длинным периодом вращения. Поляриметрические измерения [1] указали на величину периода вращения в 77 лет, которая может рассматриваться, как его нижняя граница. В предположении о том, что кривая изменений $\langle B_z \rangle$ характеризуется синусоидальной формой, авторы [2, 3, 4] нашли величину периода вращения звезды равной 91.1 ± 3.6 лет, 93 ± 3 лет и 97.16 ± 3.15 лет, соответственно. Из анализа всего массива данных наблюдений, доступного к 2012 году, выполненного в [3] с помощью суперпозиции двух синусоид, были получены величины двух периодов — 87.8 и 16.9 лет. По мере накопления новых данных эти результаты подверглись повторному анализу. Так, например, позднее, в [5] из анализа наших результатов и всех доступных из литературы источников определений значений $\langle B_z \rangle$ (441 измерение) нами был сделан вывод о существовании периода $P = 89.1 \pm 4.2$ года (32521 суток). При описании всего массива данных с помощью двух синусоид получены величины периодов, равные 95.5 и 17.4 года.

В нашей работе мы приводим новые результаты анализа данных о переменности магнитного поля γ Eri на основе наиболее полного набора измерений $\langle B_z \rangle$, зарегистрированных к концу 2020 года.

Наше исследование было основано на использовании всех полученных нами измерений, а также всех данных из доступных литературных источников. По сравнению с [5], в наш общий массив данных наблюдений величины продольной компоненты магнитного поля $\langle B_z \rangle$ мы добавили 18 новых измерений. Как и ранее, эти измерения величины $\langle B_z \rangle$ γ Equ были выполнены в САО РАН на Основном звездном спектрографе 6-м телескопа САО. Методика наблюдений и обработки были полностью аналогичны, представленным нами в [5]. Всего в общей сложности в нашем анализе использовалось 459 измерений величины $\langle B_z \rangle$.

Периодограммный анализ данных был выполнен с помощью программ IDL (см. в www.physics.wisc.edu/craigm.idl) и программного комплекса Period04 [6]. Как и ранее, программы IDL применялись для оценок погрешностей полученных с использованием комплекса Period04 основных результатов.

Периодограммный анализ нового массива данных привел к заключению о существовании периода $P = 101.3 \pm 4.7$ года (36962 суток)(рис.1). Эта величина больше той, что была получена нами ранее в [5] ($P = 89.1 \pm 4.2$ года). Отметим, что наша новая величина периода в пределах погрешности определений стала совпадать с величиной $P = 97.16 \pm 3.15$ года, найденной в исследовании [4].

Как и в [5], мы провели также описание данных всего массива наблюдений с помощью двух синусоид. В результате были получены величины периодов, которые составили 101.9 года и 16.7 лет (с погрешностью около 4.7 лет и 2.2 года, соответственно)(рис.1). Они отличаются от приведенных в [5] вследствие добавления новых данных. Получены новые оценки значений $\langle B_z \rangle_{max} = 577$ Гс и $\langle B_z \rangle_{min} = -1101$ Гс.

Согласно результатам нашего предыдущего анализа, переход к положительным значениям $\langle B_z \rangle$ должен был бы произойти в интервале времени февраль 2023 года – август 2028 года, наши новые результаты приводят к ожидаемой дате перехода к положительным значениям $\langle B_z \rangle$ не ранее 2031 года. Отметим, что примерно аналогичную дату можно получить в предположении, что кривая изменений $\langle B_z \rangle$ характеризуется синусоидальной формой.

Изменения $\langle B_z \rangle$ с периодом 101.9 лет можно интерпретировать, как периодические, вызванные вращением звезды. Природа периода с величиной в 16.7 года менее понятна (чаще всего рассматривается вероятность ангармонической мультипольной структуры магнитного поля [7]). Отметим, что при представлении данных всего массива наблюдений с помощью двух синусоид, начиная с даты HJD 2457000 намечаются различия между описывающей изменения $\langle B_z \rangle$ кривой и наблюдаемыми данными. Возможно, это вызвано уменьшением амплитуды переменности 16.7-летнего цикла.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №18-12-00423).

Литература

1. Leroy J.L., Bagnulo S., Landolfi M., and Landi Degli’Innocenti E., *A&A* **284**, 174 (1994).
2. Bychkov V.D., Bychkova L.V. , and Madej J., *MNRAS* **365**, 585 (2006).
3. Savanov I.S., Romanyuk I.I., Semenko E.A., and Dmitrienko E.S., in: *Putting A Stars into Context: Evolution, Environment, and Related Stars, Proceedings of the international*

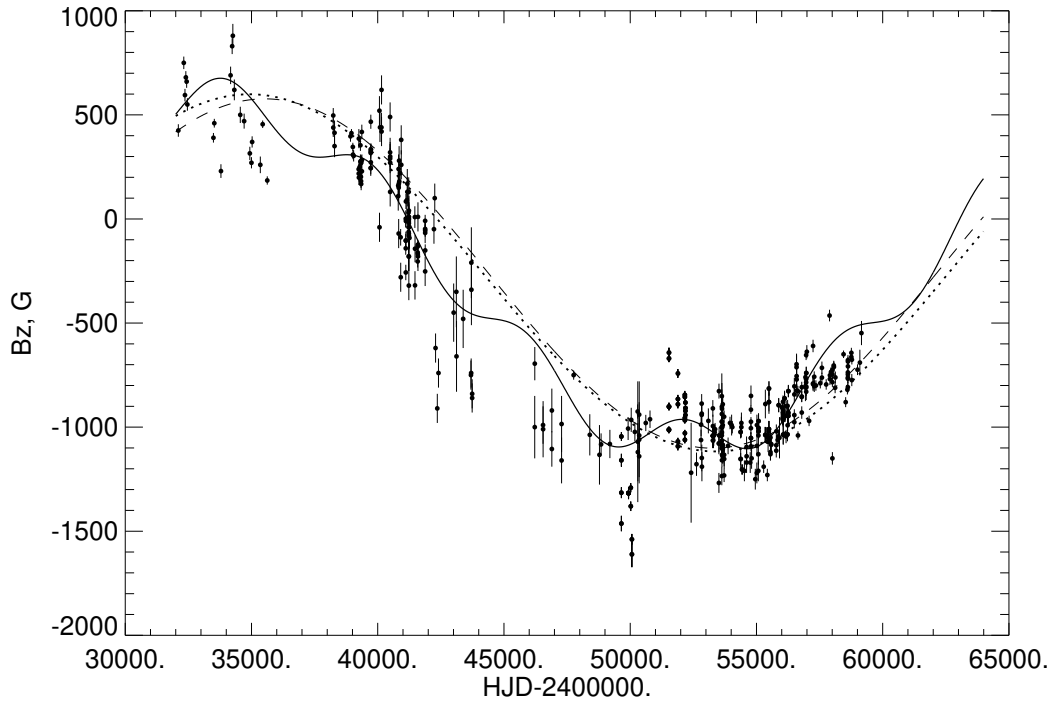


Рис. 1: Изменения величины продольной компоненты магнитного поля $\langle B_z \rangle$ γ Equ. Точки — измерения величин $\langle B_z \rangle$ с погрешностями. Штриховая синусоидальная кривая (часть) — кривая изменений $\langle B_z \rangle$ с периодом в 101.3 лет (данная работа), пунктирная синусоидальная кривая (часть) — аналогичная кривая согласно [3] (93 года). Сплошная кривая соответствует модели с двумя синусоидами — с периодами 101.9 лет и 16.7 лет.

conference held on June 3-7, 2013 at Moscow M.V. Lomonosov State University in Moscow, Russia. Eds.: G. Mathys, E. Griffin, O. Kochukhov, R. Monier, G. Wahlgren, Moscow: Publishing house "Pero", p. 386–388 (2014).

4. Bychkov V.D., Bychkova L.V., and Madej J., MNRAS **455**, 2567 (2016).
5. Savanov I.S., Romanyuk I.I., and Dmitrienko E.S., Ast.Bul. **73**, 463 (2018).
6. Lenz P. and Breger M., Astrophys. Source Code Library, record ascl:1407.009, (2014).
7. Mathys G., A&A **601**, A14 (2017).

Magnetic Field Variability of the Ap Star γ Equ

I.S. Savanov¹, I.I. Romanyuk², and E.S. Dmitrienko³

¹*Institute of astronomy RAS, Moscow 119017, Russia*

E-mail: isavanov@inasan.ru

²*Special Astrophys. Obs. RAS, Nizhnii Arkhyz 369167, Russia*

³*Moscow State Univ., Sternberg Astron. Inst., Moscow 119991, Russia*

Received November 24, 2020

Abstract. Based on our measurements and data available from literature sources we performed periodogram analysis of the new dataset (459 observations) of the longitudinal components of the magnetic field $\langle B_z \rangle$ of Ap star γ Equ. Conclusion about the existence of period $P = 101.3 \pm 4.7$ years (36962 days) was made. While approximation of the entire dataset using two sinusoids, the periods equal to 101.9 years and 16.7 years were established (with a margin of error of 4.7 years and 2.2 years, accordingly). New estimates of $\langle B_z \rangle_{max} = 577$ G and $\langle B_z \rangle_{min} = -1101$ G are obtained. The supposed date of transition to positive values of $\langle B_z \rangle$ should not be earlier than 2031.