

The full version of the article is available on the website of the journal "Astrophysics":
<https://link.springer.com/journal/10511>

THE FIRST IN-DEPTH PHOTOMETRIC STUDY OF THE FOUR δ SCUTI STARS USING TESS DATA

A.PORO^{1,2}, H.AZARARA³, A.SAROSTAD⁴, N.K.POOR⁵, R.ALIAKBARI⁶,
S.NASIRIAN⁷, S.MOMENI⁵

Received 27 January 2025

Accepted 4 June 2025

The first in-depth photometric study of four δ Scuti stars was performed. We used time series data from the Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS) that is available in different sectors. According to the extracted maxima from TESS space-based observations, we calculated an ephemeris for each star. We estimated the physical parameters of the target stars based on the Gaia Data Release 3 (DR3) parallax method. The results obtained for the surface gravity of the stars are consistent with the reports of the TESS Input Catalog and Gaia DR3. We estimated the pulsating constant based on the physical parameters and period of the stars. Therefore, we found that the stars 2MASS 15515693-7759002 and 2MASS 07513202+0526526 belong to the fundamental, while 2MASS 00044615+4936439 and 2MASS 10215638-3326137 relate to the first overtone. The Fourier analysis using the Period04 program was done for each star. As we showed in the Hertzsprung-Russell (H-R) diagram, the stars are located in the instability strip of the δ Scuti stars region. Four target stars were found to be of the low-amplitude δ Scuti star type.

Keywords: *stars: variables: delta Scuti - stars: fundamental parameters - methods: data analysis*

¹ LUX, Observatoire de Paris, CNRS, PSL, 61 Avenue de l'Observatoire, 75014 Paris, France, e-mail: atilaporo@bsnp.info

² Astronomy Department of the Raderon AI Lab., BC., Burnaby, Canada

³ Physics Department, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

⁴ Yazd Desert Night Sky Astronomy Institute, Yazd, Iran

⁵ Independent Astrophysics Researcher, Tehran, Iran

⁶ Physics Society of Iran (PSI), Tehran, Iran

⁷ Thaqib Astronomical Association, Rasht, Iran

ПЕРВОЕ ДЕТАЛЬНОЕ ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХ ЗВЕЗД δ SCUTI С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ TESS

А.ПОРО^{1,2}, Х.АЗАРАРА³, А.САРОСТАД⁴, Н.К.ПУР⁵, Р.АЛИАКБАРИ⁶,
С.НАСИРИАН⁷, С.МОМЕНИ⁵

Было проведено первое детальное фотометрическое исследование четырех звезд δ Scuti. Были использованы данные временных рядов Transiting Exoplanet Survey Satellite (TESS), которые доступны в разных секторах. Рассчитаны эфемериды для каждой звезды в соответствии с извлеченными максимумами из космических наблюдений TESS, оценены физические параметры звезд на основе метода параллакса Gaia Data Release 3 (DR3). Полученные результаты для гравитации на поверхности звезд согласуются с данными TESS Input Catalog и Gaia DR3. На основе физических параметров и периода звезд оценены постоянные пульсации. Таким образом, обнаружено, что звезды 2MASS 15515693-7759002 и 2MASS 07513202 0526526 относятся к фундаментальному, а 2MASS 00044615 4936439 и 2MASS 10215638-3326137 относятся к первому обертому. Для каждой звезды был проведен Фурье анализ с использованием программы Period04. Показано, что на диаграмме Герцшпрунга-Рассела (H-R), звезды расположены в полосе неустойчивости области звезд δ Scuti. Было обнаружено, что все четыре звезды относятся к типу звезд δ Scuti с низкой амплитудой.

Ключевые слова: *звезды: переменные: Delta Scuti - звезды: фундаментальные параметры - методы: анализ данных*

REFERENCES

1. *D.H.McNamara*, *Astron. J.*, **142**, 110, 2011. doi:10.1088/0004-6256/142/4/110.
2. *E.Rodríguez, A.Rolland, P.López de Coca et al.*, *Astron. Astrophys.*, **307**, 539, 1996.
3. *S.J.Jafarzadeh, A.Poro*, *New Astron.*, **54**, 86, 2017. doi:10.1016/j.newast.2017.01.009.
4. Gaia Collaboration, *yCat*, 1358, I/358, 2022.
5. *H.B.Thiemann, A.J.Norton, H.J.Dickinson et al.*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **502**, 1299, 2021. doi:10.1093/mnras/stab140.
6. *G.R.Ricker, D.W.Latham, R.K.Vanderspek et al.*, *AAS*, **215**, 450.06, 2010.
7. *G.R.Ricker, J.N.Winn, R.Vanderspek et al.*, *JATIS*, **1**, 014003, 2015. doi:10.1117/1.JATIS.1.1.014003.
8. *K.G.Stassun, R.J.Oelkers, J.Pepper et al.*, *Astron. J.*, **156**, 102, 2018. doi:10.3847/1538-3881/aad050.
9. *J.M.Jenkins, J.D.Twicken, S.McCauliff et al.*, *SPIE*, **9913**, 99133E, 2016. doi:10.1117/12.2233418.
10. *P.Lenz, M.Breger*, *IAUS*, **224**, 786, 2004. doi:10.1017/S1743921305009750.
11. *A.Poro, M.Hedayatjoo, M.Nastaran et al.*, *New Astron.*, **110**, 102227, 2024. doi:10.1016/j.newast.2024.102227.
12. *A.Poro, M.Tanriver, R.Michel et al.*, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, **136**, 024201, 2024. doi:10.1088/1538-3873/ad1ed3.
13. *G.M.Green, E.Schlafly, C.Zucker et al.*, *Astrophys. J.*, **887**, 93, 2019. doi:10.3847/1538-4357/ab5362.
14. *P.J.Flower*, *Astrophys. J.*, **469**, 355, 1996. doi:10.1086/177785.
15. *G.Torres*, *Astron. J.*, **140**, 1158, 2010. doi:10.1088/0004-6256/140/5/1158.
16. *N.Pogson*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **17**, 12, 1856. doi:10.1093/mnras/17.1.12.
17. Gaia Collaboration, *T.Prusti, J.H.J. de Bruijne, A.G.A.Brown et al.*, *Astron. Astrophys.*, **595**, A1, 2016. doi:10.1051/0004-6361/201629272.
18. *A.N.Cox*, *Allen's astrophysical quantities*, Springer, asqu.book, 2015.
19. *S.Joshi, Y.C.Joshi*, *JApA*, **36**, 33, 2015. doi:10.1007/s12036-015-9327-z.
20. *M.Breger*, *DSSN*, **2**, 13, 1990.
21. *A.Poro, E.Paki, G.Mazhari et al.*, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, **133**, 084201, 2021. doi:10.1088/1538-3873/ac12dc.
22. *M.Breger*, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, **91**, 5, 1979. doi:10.1086/130433.
23. *P.North, C.Jaschek, D.Egret*, *ESASP*, **402**, 367, 1997.
24. *A.Poro, S.J.Jafarzadeh, R.Harzandjadidi et al.*, *RAA*, **24**, 025011, 2024. doi:10.1088/1674-4527/ad1b0f.
25. *H.S.Leavitt, E.C.Pickering*, *HarCi*, **173**, 1, 1912.
26. *J.D.Fernie*, *Astron. J.*, **103**, 1647, 1992. doi:10.1086/116179.
27. *T.Jayasinghe, K.Z.Stanek, C.S.Kochanek et al.*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **493**, 4186, 2020. doi:10.1093/mnras/staa499.
28. *N.Barac, T.R.Bedding, S.J.Murphy et al.*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **516**, 2080, 2022. doi:10.1093/mnras/stac2132.

29. *C.E.Martínez-Vázquez, R.Salinas, A.K.Vivas et al.*, *Astrophys. J. Lett.*, **940**, L25, 2022. doi:10.3847/2041-8213/ac9f38.
30. *H.-F.Xue, J.-S.Niu, J.-N.Fu*, *RAA*, **22**, 105006, 2022. doi:10.1088/1674-4527/ac8b5e.
31. *F.K.Aliçavuş, E.Niemczura, P. De Cat et al.*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **458**, 2307, 2016. doi:10.1093/mnras/stw393.