

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

ASTEROID ROTATION PERIODS: STATISTICAL ANALYSIS IN THE DIAMETER-SPIN DISTRIBUTION

M.NASTARAN¹, A.PORO^{2,3,4}, R.HOSSEINI⁵, M.NAJARZADEH^{2,6}

Received 2 August 2025

Accepted 17 December 2025

This study examines the rotational characteristics of asteroids through statistical modeling of the diameter-period relationship. A statistical evaluation of the diameter-period relationship was conducted using a dataset of 34326 asteroids. Clustering identified three main groups, including a dense cluster below the spin barrier, a population of small, fast-rotating asteroids, and a more diffuse group. Geometric and density-based analyses showed that the densest region consists of objects with diameters from 3 to 10 km and rotation periods between 3 and 9 hours, some of which extend beyond the spin barrier. Polynomial modeling demonstrated that a third-degree fit provides the most stable representation of the overall trend without overfitting. Additionally, an empirical lower boundary was identified and proposed, below which no asteroid was found in either the main sample or the selected targets.

Keywords: *asteroid - data analysis - rotation period*

¹ Faculty of Geology, University of Tehran, 1417935840 Tehran, Iran

² The International Occultation Timing Association Middle East Section, 15875 Tehran, Iran, e-mail: Atila.Poro@obspm.fr

³ LUX, Observatoire de Paris, CNRS, PSL, 61 Avenue de l'Observatoire, 75014 Paris, France

⁴ Astronomy Department of the Raderon AI Lab., BC., Burnaby, Canada

⁵ Department of Earth Sciences and Engineering, Missouri University of Science and Technology, Rolla, MO 65409, USA

⁶ University of Tehran, 1417935840 Tehran, Iran

ПЕРИОДЫ ВРАЩЕНИЯ АСТЕРОИДОВ: СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДИАМЕТР-СПИН

М.НАСТАРАН¹, А.ПОРО^{2,3,4}, Р.ХОССЕЙНИ⁵, М.НАДЖАРЗАДЕ^{2,6}

В этом исследовании изучены характеристики вращения астероидов посредством статистического моделирования зависимости диаметр-период. Статистическая оценка зависимости диаметр-период была проведена с использованием выборки данных из 34326 астероидов. Кластеризация выявила три основные группы, в том числе плотное скопление ниже спинового барьера, популяцию небольших, быстро вращающихся астероидов и более диффузную группу. Геометрический анализ и анализ плотности показали, что самая плотная область состоит из объектов диаметром от 3 до 10 км и периодами вращения от 3 до 9 часов, некоторые из которых выходят за пределы спинового барьера. Полиномиальное моделирование показало, что аппроксимация третьей степени обеспечивает наиболее стабильное представление общего тренда. Кроме того, была определена и предложена эмпирическая нижняя граница, ниже которой не было обнаружено ни одного астероида.

Ключевые слова: *астероид - анализ данных - период вращения*

REFERENCES

1. *K.Muinonen, E.Uvarova, J.Martikainen et al.*, *Front. Astron. Space Sci.*, **9**, 821125, 2022.
2. *D.E.Vavilov, B.Carry*, *Astron. Astrophys.*, **693**, A66, 2025.
3. *A.Johansen, M.M.Low, P.Lacerda et al.*, *Science Advances*, **1**, 3, e1500109, 2015.
4. *F.E.DeMeo, B.Carry*, *Nature*, **505**, 7485, 629, 2014.
5. *A.Morbidelli, K.J.Walsh, D.P.O'Brien et al.*, preprint arXiv:1501.06204, 2015.
6. *M.S.Clement, A.Morbidelli, S.N.Raymond et al.*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc. Lett.*, **492**, 1, L56, 2020.
7. *K.Hirayama*, *Astron. J.*, **31**, 743, 185, 1918.
8. *V.Zappala, A.Cellino, P.Farinella et al.*, *Astron. J.*, **100**, 2030, 1990.
9. *A.Milani, A.Cellino, Z.Knežević et al.*, *Icarus*, **239**, 46, 2014.
10. *B.D.Warner, A.W.Harris*, *Icarus*, **216**, 2, 610, 2011.
11. *D.W.Dunham, D.Herald, S.Preston et al.*, *Proc. Int. Astron. Union*, **318**, 177, 2016.
12. *J.Ďurech, M.Vávra, R.Vančo et al.*, *Front. Astron. Space Sci.*, **9**, 809771, 2022.
13. *J.Ďurech, M.Kaasalainen, B.D.Warner et al.*, *Astron. Astrophys.*, **493**, 1, 291, 2009.
14. *A.Cellino, D.Hestroffer, P.Tanga et al.*, *Astron. Astrophys.*, **506**, 2, 935, 2009.
15. *J.Hanuš, J.Ďurech, M.Brož et al.*, *Astron. Astrophys.*, **530**, A134, 2011.
16. *J.Hanuš, J.Ďurech, M.Brož et al.*, *Astron. Astrophys.*, **551**, A67, 2013.
17. *A.W.Harris*, *Lunar and Planetary Science*, **27**, 493, 1996.
18. *P.Pravec, A.W.Harris*, *Icarus*, **148**, 1, 12, 2000.
19. *P.Pravec, A.W.Harris, B.D.Warner*, *Proc. Int. Astron. Union*, **2**, S236, 167, 2006.
20. *C.K.Chang, W.H.Ip, H.W.Lin et al.*, *Astrophys. J.*, **788**, 1, 17, 2014.
21. *P.Pravec, P.Kušnirák, L.Šarounová et al.*, *ESA Special Publication*, **500**, 743, 2002.
22. *B.D.Warner, R.D.Stephens, A.W.Harris*, *The Minor Planet Bulletin*, **42**, 1, 31, 2015.
23. *P.Pravec, M.Wolf, L.Šarounová*, *Icarus*, **136**, 1, 124, 1998.
24. *B.D.Warner, A.W.Harris, P.Pravec*, *NASA Planetary Data System*. doi: 10.26033/7h40-8s80, 2019.
25. *M.Ester, H.P.Kriegel, J.Sander et al.*, *Proceeding of the 2nd Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD'96)*, p.226, 1996.
26. *H.Edelsbrunner, D.Kirkpatrick, R.Seidel*, *IEEE Transactions on information theory*, **29**, 4, 551, 1983.
27. *B.W.Silverman*, *Density estimation for statistics and data analysis*, Routledge, 2018.
28. *E.D.Feigelson, G.J.Babu*, *Modern Statistical Methods for Astronomy*, Cambridge University Press, 2012.
29. *P.Pravec, A.W.Harris, D.Vokrouhlický et al.*, *Icarus*, **197**, 2, 497, 2008.
30. *Jr.Bottke, F.William, D.Vokrouhlický et al.*, *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, **34**, 1, 157, 2006.
31. *D.P.Rubincam*, *Icarus*, **148**, 1, 2, 2000.