

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

THE SMOOTH BOUNCE: HOW ANISOTROPY AND $f(R, T)$ GRAVITY PRESERVE PERTURBATIONS IN A BIANCHI-V COSMOLOGY

S.SHARMA¹, K.SINGH², R.K.TIWARI³, S.K.TIWARI⁴, A.BEESHAM⁵

Received 2 July 2025

Accepted 10 September 2025

In this paper we have examined the Bianchi type-V model within the framework of linear model which is a special case of broader $f(R, T)$ gravity framework proposed by Harko et al. Here we have considered the $f(R, T) = R + 2\lambda T$ where λ is an arbitrary constant, R is the Ricci scalar, T is the trace of stress energy momentum tensor. To find the solution of field equations, we have assumed the condition that cosmic jerk parameter j is directly proportional to negative of deceleration parameter q , namely $j \propto -q$. Different cases of Hubble parameter H , spacial volume V , deceleration parameter q , energy density ρ , pressure of matter p and cosmological constant Λ are discussed. Also, we have discussed the physical and geometrical properties of the model. Our results match with the observations.

Keywords: *smooth bounce: anisotropy: $f(R, T)$ gravity: Bianchi-V cosmology*

^{1,2} Department of Mathematics, School of Chemical Engineering and Physical sciences,

Lovely Professional University, Phagwara, Punjab, India-144411,

e-mail: soniamathematics@yahoo.co.in kbgill1@gmail.com

³ Department of Mathematics, Govt Model Science College, Rewa, M.P., India-486001, e-mail: rishitiwari59@rediffmail.com

⁴ School of Studies in Mathematics, Vikram University, Ujjain, M.P., India-456010, e-mail: skt_tiwari75@yahoo.co.in

⁵ Department of Mathematical Sciences, University of Zululand, South Africa
 e-mail: abeesham@yahoo.com

ПЛАВНЫЙ ОТСКОК: КАК АНИЗОТРОПИЯ И ГРАВИТАЦИЯ $f(R,T)$ СОХРАНЯЮТ ВОЗМУЩЕНИЯ В КОСМОЛОГИИ БЬЯНКИ-V

С.ШАРМА¹, К.СИНГХ², Р.К.ТИВАРИ³, С.К.ТИВАРИ⁴, А.БИШАМ⁵

В работе рассмотрена модель Бьянки типа V в рамках линейной модели, которая является частным случаем более широкой гравитационной структуры $f(R,T)$, предложенной Харко и др. [4]. Здесь рассмотрена модель $f(R,T) = R + 2\lambda T$, где λ - произвольная постоянная, R - скаляр Риччи, T - след тензора энергии импульса напряжения. Чтобы найти решение полевых уравнений, было принято условие, что параметр космического рывка j прямо пропорционален отрицательной величине параметра замедления q , а именно ($j \propto -q$). Обсуждаются различные случаи параметра Хаббла H , пространственного объема V , параметра замедления q , плотности энергии ρ , давления материи p и космологической постоянной Λ . Также обсуждаются физические и геометрические свойства модели. Полученные результаты совпадают с наблюдениями.

Ключевые слова: *плавный отскок: анизотропия: $f(R,T)$ гравитация: космология Бьянки-V*

REFERENCES

1. *A.G.Riess et al.*, *Astron. J.*, **116**, 1009, 1998.
2. *S.Perlmutter et al.*, *Astrophys. J.*, **517**, 565, 1999.
3. Planck Collaboration, *Astron. Astrophys.*, 641, A6, 2020.
4. *T.Harko et al.*, *Phys. Rev. D*, **84**, 024020, 2011.
5. *S.Nojiri, S.D.Odintsov*, *Phys. Rep.*, **505**, 59, 2011.
6. *K.S.Adhav*, *Astrophys. Space Sci.*, **339**, 365, 2012.
7. *R.Chaubey, A.K.Shukla*, *Astrophys. Space Sci.*, **343**, 415, 2013.
8. *D.R.K.Reddy et al.*, *Int. J. Theor. Phys.*, **51**, 3222, 2012.
9. *D.R.K.Reddy et al.*, *Astrophys. Space Sci.*, **342**, 249, 2012.
10. *D.R.K.Reddy et al.*, *Int. J. Theor. Phys.*, **52**, 239, 2013.
11. *G.C.Samanta*, *Int. J. Theor. Phys.*, **52**, 2303, 2013.
12. *R.K.Tiwari et al.*, *Int. J. Geom. Methods Mod. Phys.*, **15**, 1850115, 2018.
13. *R.K.Tiwari et al.*, *Astrophys. Space Sci.*, **362**, 143, 2017.
14. *R.K.Tiwari, A.Beesham*, *Astrophys. Space Sci.*, **363**, 234, 2018.
15. *R.K.Tiwari et al.*, *Grav. Cosmol.*, **28**, 196, 2022.
16. *S.Nojiri, S.D.Odintsov*, *Phys. Rev. D*, **74**, 086005, 2006.
17. *S.Capozziello et al.*, *Phys. Lett. B*, **664**, 12, 2008.
18. *S.Nojiri, S.D.Odintsov*, *arXiv*, 0807.0685, 2008.
19. *A. De Felice, S.Tsujikawa*, *Living Rev. Relativ.*, **13**, 3, 2010.
20. *S.K.Tripathy, B.Mishra*, *Eur. Phys. J. Plus*, **131**, 273, 2016.
21. *A.S.Agrawal et al.*, *Chin. J. Phys.*, **71**, 333, 2021.
22. *M.Bouhmadi-Lypez et al.*, *Phys. Rev. D*, **84**, 083508, 2011.
23. *A.Bargach et al.*, *Nucl. Phys. B*, **940**, 10, 2019.
24. *S.Weinberg*, *Rev. Mod. Phys.*, **61**, 1, 1989.
25. *E.J.Copeland et al.*, *Int. J. Mod. Phys. D*, **15**, 1753, 2006.
26. *S.Nojiri, S.D.Odintsov*, *Gen. Relativ. Gravit.*, **38**, 1285, 2006.
27. *S.Nojiri et al.*, *Phys. Lett. B*, **825**, 136844, 2022.
28. *S.Nojiri et al.*, *Phys. Rev. D*, **102**, 023540, 2020.
29. *S.Nojiri et al.*, *Symmetry*, **13**, 928, 2021.
30. *S.Nojiri et al.*, *Phys. Lett. B*, **831**, 137189, 2022.
31. *A.Sen*, *JHEP*, **07**, 065, 2002.
32. *Z.Bouabdallaoui et al.*, *Phys. Rev. D*, **94**, 123508, 2016.
33. *T.Chiba*, *Phys. Rev. D*, **66**, 063514, 2002.
34. *Z.K.Guo et al.*, *Phys. Lett. B*, **608**, 177, 2005.
35. *M.Sami, T.Padmanabhan*, *Phys. Rev. D*, **67**, 083509, 2003.
36. *R.R.Caldwell et al.*, *Phys. Rev. Lett.*, **91**, 071301, 2003.
37. *A.Bouali et al.*, *Phys. Dark Universe*, **26**, 100391, 2019.
38. *A.Bouali et al.*, *Phys. Dark Universe*, **34**, 100907, 2021.
39. *S.Dahmani et al.*, *arXiv*, 2301.04200, 2023.
40. *D.Mhamdi et al.*, *Gen. Relativ. Gravit.*, **55**, 125, 2023.

41. *R.K.Tiwari et al.*, *Astrophys.*, **571**, 95, 2025.
42. *M.Visser*, *Gen. Relativ. Gravit.*, **37**, 1541, 2005.
43. *R.K.Tiwari et al.*, *Int. J. Geom. Methods Mod. Phys.*, **15**, 1850189, 2018.
44. *N.J.Poplawski*, *Phys. Lett. B*, **640**, 135, 2006.
45. *S.Nojiri et al.*, *Phys. Dark Univ.*, **35**, 100984, 2022.