

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

OBSERVATIONAL CONSTRAINING OF VISCOUS GHOST DARK ENERGY IN $f(R, T)$ GRAVITY

PINKI¹, K.DEVI², A.KUMAR³, P.KUMAR²

Received 30 April 2025

Accepted 10 September 2025

In the context of $f(R, T)$ theory, we address the viscous ghost dark energy model for a homogeneous and isotropic flat universe. To talk about the universe's evolution, we derive the Hubble, deceleration, and effective equation of state parameters. We analyze the computed cosmological parameters in light of the model parameters' best fit values and limit the model parameters using the most recent cosmological observations. The deceleration parameter shows a smooth phase transition of the universe from decelerated to accelerated expansion. The universe remains in accelerating phase in future also which shows that dark energy will dominate the universe in future as well. We observe that effective equation of state in our model never cross the phantom divide line and approaches to Λ CDM model in the future. We observe current values of the Hubble parameter $H_0 = 66.567^{+1.151}_{-1.048}$ and $H_0 = 69.582^{+0.905}_{-0.813}$ for SNIa+OHD+SLS and SNIa+OHD+SH0ES, respectively. The estimated current ages of the universe are 15.13 Gyr for SNIa+OHD+SLS and 15.61 Gyr for the SNIa+OHD+SH0ES. We observe that the present model is able to resolve H_0 tension and age problem of the standard Λ CDM model. Further, we apply higher order geometric analysis namely statefinder jerk, snap, and lerk parameters to discriminate our model with existing DE models. The trajectories in $r-s$ and $r-q$ planes pass through Λ CDM model during the evolution but the overall evolution of the trajectories differs from any known dark energy model.

Keywords: *ghost dark energy: $f(R, T)$ theory: observational estimation: statefinder analysis*

¹ Department of Mathematics, Gandhi Memorial National College,
Ambala Cantt., Haryana, India

² Department of Mathematics, Maharaja Agrasen University,
Atal Shiksha Kunj, Kalujhanda, Solan, Himachal Pradesh - 174103, India

³ School of Technology Management & Engineering, Narsee Monjee Institute of
Management Studies, Chandigarh - 160014, India, e-mail: maths.ajy@gmail.com

НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ВЯЗКОЙ ТЕМНОЙ ЭНЕРГИИ-ПРИЗРАКА В $f(R,T)$ ГРАВИТАЦИИ

ПИНКИ¹, К.ДЕВИ², А.КУМАР³, П.КУМАР²

В рамках теории $f(R, T)$ рассмотрена модель вязкой призрачной темной энергии для однородной и изотропной плоской Вселенной. Для описания эволюции Вселенной, получены параметры Хаббла, замедления и эффективное уравнение состояния. Мы анализируем вычисленные космологические параметры в свете наилучших значений параметров модели и ограничиваем параметры модели с помощью последних космологических наблюдений. Параметр замедления показывает плавный фазовый переход Вселенной от замедленного к ускоренному расширению. Вселенная остается в фазе ускорения и в будущем, что показывает, что темная энергия будет доминировать во Вселенной и в будущем. Видно, что эффективное уравнение состояния в нашей модели никогда не пересечет линию фантомного разделения и в будущем приблизится к Λ CDM -модели. Наблюдаемые текущие значения параметра Хаббла $H_0 = 66.567^{+1.151}_{-1.048}$ и $H_0 = 69.582^{+0.905}_{-0.813}$ для SNIa+OHD+SLS и SNIa+OHD+SH0ES, соответственно. Предполагаемый текущий возраст Вселенной составляет 15.13 Гг для SNIa+OHD+SLS и 15.61 Гг для SNIa+OHD+SH0ES. Видно также, что данная модель способна решить проблему напряжения H_0 и возраста стандартной Λ CDM -модели. Далее мы применяем геометрический анализ более высокого порядка, а именно параметры джерка, стана и лерки, чтобы отличить нашу модель от существующих моделей DE. Траектории в плоскостях $r-s$ и $r-q$ в процессе эволюции проходят через модель Λ CDM, но общая эволюция траекторий отличается от всех известных моделей темной энергии.

Ключевые слова: *призрачная темная энергия: теория $f(R, T)$: наблюдательная оценка: анализ определителя состояния*

REFERENCES

1. *A.G.Riess et al.*, *Aston. J.*, **116**, 1009, 1998.
2. *S.Perlmutter et al.*, *Nature*, **391**, 55, 1998.
3. *D.N.Spergel et al.*, *Astrophys. J. Suppl.*, **170**, 377, 2007.
4. *M.Tegmark et al.*, *Phys. Rev. D*, **69**, 103501, 2004.
5. *N.Aghanim et al.*, *Astron. Astrophys.*, **641**, A6, 2020.
6. *E.J.Copeland, M.Sami, S.Tsujikawa*, *Int. J. Mod. Phys. D*, **15**, 1753, 2006.
7. *V.Sahni, A.Shafieloo, A.A.Starobinsky*, *Astrophys. J. Lett.*, **793**, L40, 2014.
8. *R.P.Gupta*, *Mon. Not. Rroy. Astron. Soc.*, **524**, 3385, 2023.
9. *M.A.Karim et al.*, *arXiv:2503.14738v2 [astro-ph.CO]*, 2025.
10. *C.Brans, R.H.Dicke*, *Phys. Rev.*, **124**, 925, 1961.
11. *K.Bamba, S.Nojiri, S.D.Odintsov*, *J. Cosmol. Astropart. Phys.*, **0180**, 045, 2008.
12. *S.Nojiri, S.D.Odintsov*, *Phys. Rep.*, **505**, 59, 2011.
13. *S.Nojiri et al.*, *Phys. Rep.*, **692**, 1, 2017.
14. *A. De Felice, S.Tsujikawa*, *Phys. Rev. D*, **80**, 063516, 2009.
15. *E.Elizalde et al.*, *Class. Quantum Grav.*, **27**, 095007, 2010.
16. *T.Harko, F.S.N.Lobo*, *Eur. Phys. J. C*, **70**, 373, 2010.
17. *T.Harko et al.*, *Phys. Rev. D*, **8**, 024020, 2011.
18. *T.Harko*, *Phys. Rev. D*, **90**, 044067, 2014.
19. *C.P.Singh, V.Singh*, *Gen. Relativ. Gravit.*, **46**, 1696, 2014.
20. *P.K.Sahoo, B.Mishra, S.K.Tripathy*, *Ind. J. Phys.*, **90**, 485, 2016.
21. *S.Bhattacharjee et al.*, *Eur. Phys. J. Plus*, **135**, 576, 2020.
22. *F.Rajabia, K.Nozarib*, *Eur. Phys. J. C*, **81**, 247, 2021.
23. *G.Sardar, A.Bose, S.Chakraborty*, *Eur. Phys. J. C*, **83**, 41, 2023.
24. *N.R.Bertini, H.Velten*, *Phys. Rev. D*, **107**, 124005, 2023.
25. *A.Bouali et al.*, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **526**, 4192, 2023.
26. *K.Devi, A.Kumar, P.Kumar*, *Astrophys. Space Sci.*, **369**, 73, 2024.
27. *B.Ratra et al.*, *Phys. Rev. D*, **37**, 3406, 1988.
28. *C.Armendariz-Picon et al.*, *Phys. Rev. D*, **63**, 103510, 2001.
29. *T.Padmanabhan*, *Phys. Rev. D*, **66**, 021301, 2002.
30. *A.Sen*, *JHEP*, **207**, 065, 2002.
31. *S.Nojiri et al.*, *Phys. Lett. B*, **565**, 702, 2004.
32. *F.Piazza, S.Tsujikawa*, *J. Cosmol. Astropart. Phys.*, **407**, 4, 2004.
33. *M.Li*, *Phys. Lett. B*, **657**, 228, 2007.
34. *H.Wei, R.G.Cai*, *Phys. Lett. B*, **660**, 113, 2008.
35. *E.N.Saridakis*, *Phys. Rev. D*, **102**, 123525, 2020.
36. *K.Devi, P.Kumar*, *Gen. Relativ. Gravit.*, **56**, 4, 2024.
37. *E.Witten*, *Nucl. Phys. B*, **156**, 269, 1979.
38. *G.Veneziano*, *Nucl. Phys. B*, **159**, 213, 1979.
39. *N.Ohta*, *Phys. Lett. B*, **695**, 41, 2011.
40. *H.Alavirid, A.Sheykhi*, *Phys. Lett. B*, **148**, 734, 2014.
41. *H.Hossienkhani, V.Fayaz*, *Astrophys. Space Sci.*, **362**, 55, 2017.

42. *E.Ebrahimi, A.Sheykhai*, Int. J. Mod. Phys. D, **20**, 2369, 2011.
43. *M.Abdollahi, A.Sheykhi*, AHEP, **362**, 2514927, 2018.
44. *K.Saaidi et al.*, Int. J. Mod. Phys. D, **21**, 1250057, 2012.
45. *M.Cruz, S.Lepe, G.E.Soto*, Phys. Rev. D, **106**, 103508, 2022.
46. *A.Avelino, U.Nucamendi*, J. Cosmol. Astropart. Phys., **04**, 06, 2009.
47. *C.J.Feng, X.Z.Li*, Phys. Lett. B, **680**, 355, 2009.
48. *P.Kumar, C.P.Singh*, Astrophys. Space Sci., **157**, 361, 2016.
49. *G.L.Murphy*, Phys. Rev. D, **8**, 4231, 1973.
50. *C.P.Singh, S.Kumar, A.Pradhan*, Class. Quantum Grav., **24**, 455, 2007.
51. *P.Kumar, C.P.Singh*, Astrophys. Space Sci., **357**, 120, 2015.
52. *K.Devi, P.Kumar*, Mod. Phys. Lett. A, **39**, 2450105, 2024.
53. *M.Cataldo, N.Cruz, S.Lepe*, Phys. Lett. B, **619**, 5, 2005.
54. *L.Sebastiani*, Eur. Phys. J. C, **69**, 547, 2010.
55. *K.Bamba et al.*, Astrophys. Space Sci., **342**, 155, 2012.
56. *I.Brevik et al.*, Int. J. Mod. Phys. D, **26**, 1730024, 2017.
57. *Pinkie, P.Kumar, A.Beesham*, Eur. Phys. J. C, **82**, 143, 2022.
58. *S.Nojiri, S.D.Odintsov*, Int. J. Geom. Meth. Mod. Phys., **4**, 115, 2007.
59. *V.Sahni et al.*, JETP Lett., **77**, 201, 2003.
60. *C.Eckart*, Phys. Rev., **58**, 919, 1940.
61. *L.D.Landau, E.M.Lifshitz*, Fluid Mechanics, Butterworth Heineman, 1987.
62. *W.Israel, J.M.Stewart*, Proc. R. Soc. A, **365**, 43, 1979.
63. *D.M.Scolnic et al.*, Astrophys. J., **859**(2), 101, 2018.
64. *D.Brout et al.*, Astrophys. J., **938**(2), 110, 2022.
65. *D.M.Scolnic et al.*, Astrophys. J., **938**(2), 113, 2022.
66. *M.Moresco et al.*, J. Cosmol. Astropart. Phys., **08**, 006, 2012.
67. *S.Alam et al.*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc., **470**, 2617, 2017.
68. *T.Delubac et al.*, Astron. Astrophys., **574**, A59, 2015.
69. *A.Font-Ribera et al.*, J. Cosmol. Astropart. Phys., **05**, 027, 2014.
70. *R.Narayan, M.Bartelmann*, Lectures on gravitational lensing. arXiv:9606001, 1996.
71. *M.H.Amante et al.*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc., **498**, 6013, 2020, [arxiv: 1906.04107].
72. *M.J.Reid, D.W.Pesce, A.G.Riess*, Astrophys. J., **886**(2), L27, 2019.
73. *D.Foreman-Mackey et al.*, Publ. Astron. Soc. Pacif., **125**, 306, 2013.
74. *G.S.Sharov, V.O.Vasiliev*, Math. Model. Geom., **6**(1), 1, 2018.
75. *A.G.Riess*, Astrophys. J. Lett., **943**, L2, 2022.
76. *C.J.Feng, X.Z.Li*, Phys. Lett. B, **680**, 355, 2009.
77. *E.Komatsu et al.*, Astrophys. J. Suppl. Ser., **180**, 330, 2009.
78. *L.Knox, N.Christensen, C.Skordis*, Astrophys. J., **563**, L95, 2001.
79. *E.Komatsu et al.*, Astrophys. J. Suppl., **192**, 18, 2011.
80. *U.Alam et al.*, Mon. Not. Roy. Astron. Soc., **344**, 1057, 2003.
81. *M.Visser*, Class. Quant. Grav., **21**, 2603, 2004.
82. *M.Visser*, Gen. Relativ. Gravit., **37**, 1541, 2005.