

УДК 524.8

Метод согласования теоретических предсказаний спектральных космологических параметров с данными наблюдений в обобщенной скалярно-торсионной гравитации

Чаадаева Татьяна Игоревна

t.i.chaadaeva@gmail.com

SPIN-код: 8140-0727

ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», Ульяновск, Россия

Аннотация. Рассмотрен метод согласования теоретических предсказаний спектральных космологических параметров с данными наблюдений в скалярно-торсионной гравитации с неминимальной связью кручения и скалярного поля на основе степенной параметризации связи функции неминимального взаимодействия и параметра Хаббла. Получена зависимость тензорно-скалярного отношения r от спектрального индекса скалярных возмущений n_s — $r(1 - n_s)$. Найдены значения констант связи модели и тензорно-скалярного отношения Γ при заданном значении спектрального индекса скалярных возмущений n_s и спектра мощности скалярных возмущений P_ζ .

Ключевые слова: скалярно-торсионная гравитация, вселенная Фридмана, спектральные космологические параметры, тензорно-скалярное отношение, спектральный индекс скалярных возмущений

Введение. Рассматриваются гравитационные уравнения скалярно-торсионной гравитации [1] с заданным набором функций $F(\phi)$, $P(\phi, X)$, $G(\phi, X)$, параметром Хаббла H , скалярным полем ϕ , к которым применяются условия режима медленного скатывания, позволяющие определить потенциал скалярного поля $V(\phi)$. Применяя к выбранной модели метод поиска теоретических предсказаний спектральных космологических параметров [1], найдена зависимость $r(1 - n_s)$. Далее найдены значения тензорно-скалярного отношения, соответствующие наблюдательным ограничениям [3], константы связи, входящие в функции лагранжиана при выборе вида параметра Хаббла и скалярного поля.

Методы и материалы; результаты. Лагранжиан скалярно-торсионной гравитации [1] $L = \left[\frac{1}{2}F(\phi)T + P(\phi, X) - G(\phi, X)\phi \right]$ включает ряд функций скалярного поля, которые выбраны следующим образом: $F(\phi) = \left(\frac{H}{F_*} \right)^n$, n , F_* — произвольные константы связи; $P(\phi, X) = -\omega X + V$, где ω , V , X — функции скалярного поля, причем $X := -\frac{(\partial\phi)^2}{2}$; $G(\phi, X) = \gamma X$, где γ — константа связи, T — скаляр кручения. В метрике Фридмана — Робертсона — Уокера получены гравитационные уравнения и найдены их точные инфляционные решения при некотором выборе скалярного поля и параметра Хаббла [2]. Следуя методу, изложенному в работе [1], для степенной эволюции пара-

метра Хаббла и линейного по времени скалярного поля найдена зависимость $r(1 - n_s) = 1/(-2 + \frac{n}{m}(1 - n_s))$. При числе е-фолдов $N = 60$ и спектральном индексе скалярных возмущений $n_s = 0,9663$ тензорно-скалярное отношение равно $r = 0,017$, что соответствует

Заключение. В применяемый метод вносились некоторые изменения. В частности, использовалось значение функции ω из точных решений гравитационных уравнений модели [2]. Кроме того, планируется применить используемый метод для согласования теоретических предсказаний спектральных космологических параметров при различных выборах параметра Хаббла и вида скалярного поля, соответствующие точным решениям, изложенным в работе [2].

Автор выражает благодарность профессору Сергею Викторовичу Червону и профессору Игорю Владимировичу Фомину за активное участие в обсуждении результатов и проявленный интерес к теме исследования. Их ценные рекомендации и советы способствовали более качественному выполнению исследования.

Список источников

- [1] Gonzalez-Espinoza M., Otalora G., Videla N., Saavedra J. Slow-roll inflation in generalized scalar-torsion gravity. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 2019, vol. 2019, no. 08, art. no. 029. <https://doi.org/10.1088/1475-7516/2019/08/029>
- [2] Чаадаева Т.И., Червон С.В., Фомин И.В. Точные космологические решения скалярно-торсионной гравитации с полем самодействия галилеевского типа. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия*, 2024, № 1, с. 110–115. <https://doi.org/10.17238/issn2226-8812.2024.1.110-115>
- [3] Galloni G., Bartolo N., Matarrese S., Migliaccio M., Ricciardone A., Vittorio N. Updated constraints on amplitude and tilt of the tensor primordial spectrum. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 2023, vol. 2023, no. 04, art. no. 062. <https://doi.org/10.1088/1475-7516/2023/04/062>

Method for Matching Theoretical Predictions of Spectral Cosmological Parameters with Observational Data in Generalized Scalar-Torsion Gravity

Chaadaeva Tatyana Igorevna

t.i.chaadaeva@gmail.com

SPIN-code: 8140-0727

ULSPU, Ulyanovsk, Russia

Abstract. The method for reconciling theoretical predictions of spectral cosmological parameters with observational data in scalar-torsion gravity with non-minimal coupling of torsion and scalar fields was examined. This was based on a power parameterization of the relationship between the function of non-minimal interaction and the Hubble parameter. A dependence of the tensor-scalar ratio r on the spectral index of scalar perturbations

$n_s - r(1 - n_s)$. The values of the coupling constants of the model and the tensor-scalar ratio r were found for a given value of the spectral index of scalar perturbations n_s and the scalar perturbation power spectrum P_s .

Keywords: scalar-torsion gravity, Friedman universe, spectral cosmological parameters, tensor-scalar ratio, spectral index of scalar perturbations

Introduction. The gravitational equations of scalar-torsion gravity [1] are considered with a specified set of functions $F(\phi)$, $P(\phi, X)$, $G(\phi, X)$, the Hubble parameter H , and the scalar field ϕ , to which slow-roll conditions are applied, allowing for the determination of the scalar field potential $V(\phi)$. By applying the method of searching for theoretical predictions of spectral cosmological parameters [1] to the chosen model, the dependence $r(1 - n_s)$ was found. Furthermore, values of the tensor-scalar ratio corresponding to observational constraints were obtained [3], along with coupling constants that enter the Lagrangian functions when selecting the forms of the Hubble parameter and the scalar field.

Methods and materials; results. The Lagrangian of scalar-torsion gravity [1] is given by $L = \left[\frac{1}{2}F(\phi)T + P(\phi, X) - G(\phi, X)\phi \right]$, which includes a number of functions of the scalar field chosen as follows: $F(\phi) = \left(\frac{H}{F_*} \right)^n$, where n , and F_* are arbitrary coupling constants; $P(\phi, X) = -\omega X + V$, where ω , V , X are functions of the scalar field, with $X := -\frac{(\partial\phi)^2}{2}$; and $G(\phi, X) = \gamma X$, where γ is a coupling constant. Here, T represents the scalar of torsion. In the Friedmann-Robertson-Walker metric, the gravitational equations have been obtained, and their exact inflationary solutions have been found for a certain choice of scalar field and Hubble parameter [2]. Following the method outlined in work [1], for the power-law evolution of the Hubble parameter and a linearly time-dependent scalar field, the dependence $r(1 - n_s) = 1/(-2 + \frac{n}{m}(1 - n_s))$ has been derived. With the number of e-folds $N = 60$ and the spectral index of scalar perturbations $n_s = 0,9663$, the tensor-scalar ratio is $r = 0,017$, which corresponds to observational constraints [3]. At the same time, the values of n and m are also calculated.

Conclusion. The method applied underwent some modifications. Specifically, the value of the function ω from the exact solutions of the gravitational equations in model [2] was used. Furthermore, it is planned to apply the utilized method to reconcile theoretical predictions of the spectral cosmological parameters under different choices of the Hubble parameter and types of scalar fields corresponding to the exact solutions presented in work [2].

The author expresses gratitude to Professor Sergey Viktorovich Chervon and Professor Igor Vladimirovich Fomin for their active participation in discussing the results and their interest in the research topic. Their valuable recommendations and advice contributed to the higher quality of the research.

References

- [1] Gonzalez-Espinoza M., Otalora G., Videla N., Saavedra J. Slow-roll inflation in generalized scalar-torsion gravity. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 2019, vol. 2019, no. 08, art. no. 029. <https://doi.org/10.1088/1475-7516/2019/08/029>
- [2] Chaadaeva T.I., Chervon S.V., Fomin I.V. Exact cosmological solutions of scalar-torsion gravity with a self-interacting field of the Galilean type. *Space, Time and Fundamental Interactions*, 2024, no. 1, pp. 110–115. (In Russ). <https://doi.org/10.17238/issn2226-8812.2024.1.110-115>
- [3] Galloni G., Bartolo N., Matarrese S., Migliaccio M., Ricciardone A., Vittorio N. Updated constraints on amplitude and tilt of the tensor primordial spectrum. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, 2023, vol. 2023, no. 04, art. no. 062. <https://doi.org/1088/1475-7516/2023/04/062>