

УДК 530.12; 517.95

Космология с вращением в гибридной инфляции

Сандакова Ольга Васильевна^()*

o_sandakova@list.ru

Панов Вячеслав Федорович

panov@psu.ru

Кувшинова Елена Владимировна

kuvlenka@yandex.ru

ПГНИУ, ФМИ, Пермь, Россия

Аннотация. Предложен космологический сценарий с вращением темной энергии с гибридной инфляцией для метрики типа II по Бьянки. На этапе первой инфляции рассмотрен распад двойного скалярного поля с переходом в ультрарелятивистскую стадию развития вселенной. Исследована эволюция вращения темной энергии, моделируемой анизотропной жидкостью.

Ключевые слова: гибридная инфляция, темная энергия, вращение, космологическая модель, скалярные поля

Введение. В своих работах мы рассматриваем особый тип анизотропии в 4-пространстве, обусловленный космологическим вращением. Отметим, что в современной космологии весьма актуально исследование темной энергии, а также темной материи. Укажем, что в большинстве работ темная энергия не вращается. Но исследование ее возможного вращения является актуальной темой. В настоящей работе мы более обстоятельно, чем в [1], рассматриваем процесс гибридной инфляции в рамках космологического сценария с вращением для метрики типа II по Бьянки. При этом исследована эволюция вращения темной энергии, моделируемой анизотропной жидкостью.

Отметим, что исследование различных типов космологической инфляции актуально для объяснения удивительных открытий, связанных с наблюдениями, сделанными на новейшем космическом телескопе Джеймс Уэбб (JWST).

Методы и материалы; результаты. Было найдено решение системы дифференциальных уравнений Эйнштейна для метрики II типа по Бьянки, где в качестве источников гравитации выбраны анизотропная жидкость и два скалярных поля. Совместно с системой уравнений Эйнштейна решены два дифференциальных уравнения движения скалярных полей.

Были найдены масштабный фактор, компоненты анизотропного давления, плотность энергии анизотропной жидкости и уравнение состояния. Было проведено описание гибридной инфляции и найдены условия медленного скатывания. Далее проведена «склейка» этапа ранней инфляции Вселенной и этапа доминирования ультрарелятивистской жидкости. Фридмановские этапы эволюции Вселенной были исследованы ранее в нашей работе [2].

Заключение. На качественном уровне будем считать, что до первой инфляции в нашей модели с метрикой II по Бьянки в ней присутствуют: вращающаяся анизотропная жидкость (будущая темная энергия) и еще несколько

источников тяготения, и при этом вращение анизотропной жидкости $\omega \sim 1/R$ на всей эволюции нашей модели Вселенной. Будем при этом полагать, что анизотропная жидкость не передает вращение другим видам материи и на фридмановских этапах — рожденным частицам материи. Тогда при моделировании нашим сценарием (с учетом результатов [2]) всей эволюции Вселенной, считая, что масштабный фактор вселенной эволюционирует при раздувании и последующем расширении от планковского значения $R \approx 10^{-33}$ см до современного размера наблюдаемой Вселенной $R \approx 10^{28}$ см и полагая при этом, что в планковскую эпоху скорость вращения темной энергии $\omega = 10^{43}$ 1/с, можно считать что в современную эпоху скорость вращения анизотропной жидкости (темной энергии) порядка $\omega = 10^{-11}$ 1/год, что совпадает со значением угловой скорости вращения Вселенной, принятой в работе [3].

Список источников

- [1] Сандакова О.В., Панов В.Ф., Кувшинова Е.В. Различные инфляционные космологической модели с вращением. *Пространство, время и фундаментальные взаимодействия*, 2023, вып. 3–4, с. 271–276.
- [2] Panov V.F., Kuvshinova E.V., Yanishevsky D.M., Sandakova O.V. Bianchi type II cosmological model of the universe's evolution. *International Journal of Geometric Methods in Modern Physics*, 2018, no. 1, art. no. 1850016.
- [3] Кречет В.Г. Топологические и физические эффекты вращения и спина в общерелятивистской теории гравитации. *Известия вузов. Физика*, 2007, т. 50, № 10, с. 57–60.

Cosmology with Rotation in Hybrid Inflation

Sandakova Olga Vasilievna ^{1(*)}

o_sandakova@list.ru

Panov Vjacheslav Fedorovich ¹

panov@psu.ru

Kuvshinova Elena Vladimirovna ¹

kuvlenka@yandex.ru

¹Perm State University, Perm, Russia

Abstract. A cosmological scenario with the rotation of dark energy with hybrid inflation for the Bianchi type II metric is proposed. At the stage of the first inflation, the decay of the double scalar field with the transition to the ultrarelativistic stage of the development of the universe is considered. The evolution of the rotation of dark energy simulated by an anisotropic fluid is investigated.

Keywords: hybrid inflation, dark energy, rotation, cosmological model, scalar fields

Introduction. In our works, we consider a special type of anisotropy in 4-space due to cosmological rotation. Note that in modern cosmology, the study of dark energy, as well as dark matter, is very relevant. Let's point out that in most works, dark energy does not rotate. But the study of its possible rotation is an urgent topic.

In this paper, we consider the process of hybrid inflation in more detail than in [1] within the framework of the cosmological scenario with rotation for the Bianchi type II metric. In this case, the evolution of the rotation of dark energy modeled by an anisotropic liquid is investigated.

It should be noted that the study of various types of cosmological inflation is relevant to explain the amazing discoveries related to observations made on the latest James Webb Space Telescope (JWST).

Methods and materials; results. A solution to Einstein's system of differential equations was found for the Bianchi type II metric, where an anisotropic fluid and two scalar fields were chosen as sources of gravity. Together with Einstein's system of equations, two differential equations of scalar field motion have been solved.

The scale factor, the components of anisotropic pressure, the energy density of the anisotropic fluid, and the equation of state were found. Descriptions of hybrid inflation were carried out and conditions for a slow rolldown were found. Next, the stage of early inflation of the Universe and the stage of dominance of ultrarelativistic fluid were "glued". Friedmann's stages of the evolution of the Universe were studied earlier in our work [2].

Conclusion. At the qualitative level, we will assume that before the first inflation in our model with Bianchi metric II, it contains: a rotating anisotropic fluid (future dark energy) and several other sources of gravity, and at the same time the rotation of the anisotropic fluid $\omega \sim 1/R$ throughout the evolution of our model of the Universe. At the same time, we will assume that the anisotropic fluid does not transfer rotation to other types of matter at the Friedmann stages, i.e. the born particles of matter. Then, when simulating the entire evolution of the Universe in our scenario (taking into account the results of [2]), assuming that the scale factor of the Universe evolves during inflation and subsequent expansion from the Planck value of $R \approx 10^{-33}$ cm to the present size of the observable Universe $R \approx 10^{28}$ cm, and assuming that in the Planck epoch the rotation rate of dark energy $\omega = 10^{43}$ 1/s, we can assume that in the modern era, the rotation rate of an anisotropic fluid (dark energy) is of the order $\omega = 10^{-11}$ 1/year, which coincides with the value of the angular rotation velocity of the Universe adopted in the paper [3].

References

- [1] Sandakova O.V., Panov V.F., Kuvshinova E.V. Various inflationary cosmological models with rotation. Space, Time and Fundamental Interactions, 2023, vol. 3–4, pp. 271–276. (In Russ.).
- [2] Panov V.F., Kuvshinova E.V., Yanishevsky D.M., Sandakova O.V. Bianchi type II cosmological model of the universe's evolution. International Journal of Geometric Methods in Modern Physics, 2018, no. 1, art. no. 1850016.
- [3] Krechet V.G. Topological and physical effects of rotation and spin in the general relativistic theory of gravitation. Russian physics journal, 2007, vol. 50, no. 10, pp. 1021–1025.