

# КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ С ВРАЩЕНИЕМ С ТЁМНОЙ ЭНЕРГИЕЙ

Янишевский Даниил Михайлович

27 ноября, 2020 г.

В докладе излагаются новые космологические модели в однородных, но не изотропных пространствах, привлекающих внимание ряда исследователей [1], [2]. Решается вопрос о применимости моделей к описанию различных стадий развития Вселенной, о причинности, а также о кинематических параметрах материальных источников моделей.

Большая часть моделей построена в пространстве-времени с метриками II и VIII типов по Бьянки. Рассматриваемая метрика II типа имеет вид

$$ds^2 = R^2(t) \left( (dt - \sqrt{b}(dx - zdy))^2 - (a+b)(dx - zdy)^2 - dz^2 - dy^2 \right), \quad (1)$$

где  $a > 0, b > 0$  – константы, а метрика VIII типа даётся уравнениями

$$ds^2 = \sum_{\alpha=0}^3 \sum_{\beta=0}^3 \eta_{\alpha\beta} \theta^\alpha \theta^\beta, \quad (2)$$

где  $\eta_{\alpha\beta}$  – элементы диагональной лоренцевой матрицы, при этом

$$\theta^0 = dt - R v_A e^A, \quad \theta^1 = R K_1 e^1, \quad \theta^2 = R K_2 e^2, \quad \theta^3 = R K_3 e^3,$$

константы  $v_A = \{0, 0, d\}$ ,  $K_A = \{a, b, c\}$ ,  $A = 1, 2, 3$ .

Базисные 1 – формы  $e^A$  имеют следующий вид :

$$\begin{aligned} e^1 &= ch y \cos z dx - \sin z dy, \\ e^2 &= ch y \sin z dx + \cos z dy, \\ e^3 &= sh y dx + dz. \end{aligned} \quad (3)$$

Все рассматриваемые модели строятся в рамках общей теории относительности. Уравнения Эйнштейна, имеющие вид

$$R_{ik} - \frac{1}{2} R g_{ik} = T_{ik}, \quad (4)$$

решаются с помощью тетрадного формализма.

Полученные решения, соответствующие различным сочетаниям материальных источников (тёмной энергии соответствует анизотропная жидкость), могут быть в основном использованы для моделирования как первой стадии инфляции, так современной эпохи.

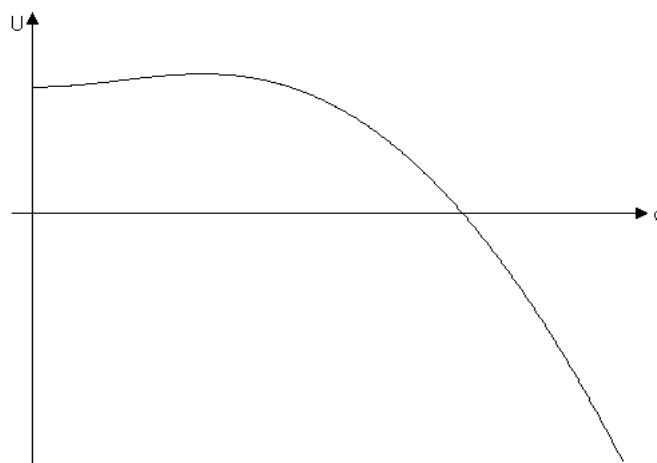
В пространстве с метрикой (2) – (3) решён вопрос о спонтанном нарушении калибровочной симметрии комплексного скалярного поля в статическом и динамическом космологических режимах, найдены энергии устойчивых состояний.

В этом же пространстве рассмотрено квантовое рождение модельной вселенной, заполненной анизотропной (имитирующей тёмную энергию) и изотропными (отвечающими за тёмную и барионную материю) жидкостями.

Построены космологические сценарии, описывающие эволюцию Вселенной от инфляционной стадии до современной, при этом инфлатонное поле моделируется скалярным полем, барионная и тёмная материя – идеальными жидкостями, а тёмная энергия – анизотропной жидкостью. Плотность энергии поля оказывается удовлетворяющей уравнению

$$U = \frac{H^2(1-b^2)}{b^2} (3\varphi_0^2 \ln(\varphi_0^2 + \varphi^2) - 2\varphi^2).$$

Здесь  $\varphi_0$  – начальное значение скалярного поля,  $H$  – параметр Хаббла.



Показано, что если придать идеальным жидкостям пылевидное и ультрарелятивистское уравнения состояния, то можно единым подходом охватить фридмановские и современную космологические стадии, а тёмная энергия вращается с угловой скоростью

$$\omega = 1/2a^2 R. \quad (5)$$

Считая, что масштабный фактор Вселенной эволюционирует при раздувании и последующем расширении от планковского значения  $R_{Pl} \approx 10^{-33}$  см до современного размера наблюдаемой Вселенной  $R_c \approx 10^{28}$  см и полагая при этом, что в планковскую эпоху скорость вращения тёмной энергии  $\omega_{Pl} \approx 10^{43}$  с<sup>-1</sup>, можно с помощью (5) получить угловую скорость вращения анизотропной жидкости (тёмной энергии) в современную эпоху  $\omega_c \approx 10^{-11}$  1/год, что совпадает со значением угловой скорости, полученной в [3].

#### Список литературы:

- [1] Saha, B. Some remarks on Bianchi type-II, VIII and IX models / B. Saha // Gravitation and Cosmology. – 2013. – Vol. 19. – P. 65–69
- [2] Moriconi, R. Behaviour of the Universe anisotropy at a big-bounce cosmology / R. Moriconi, G. Montani // Phys. Rev. D. – 2017. – Vol. 95. – P. 123533
- [3] Кречет, В.Г. Современные космологические данные и вращение вселенной / В.Г. Кречет // Известия вузов. Физика. – 2005. – Т. 48, № 3. – С. 3–6.