

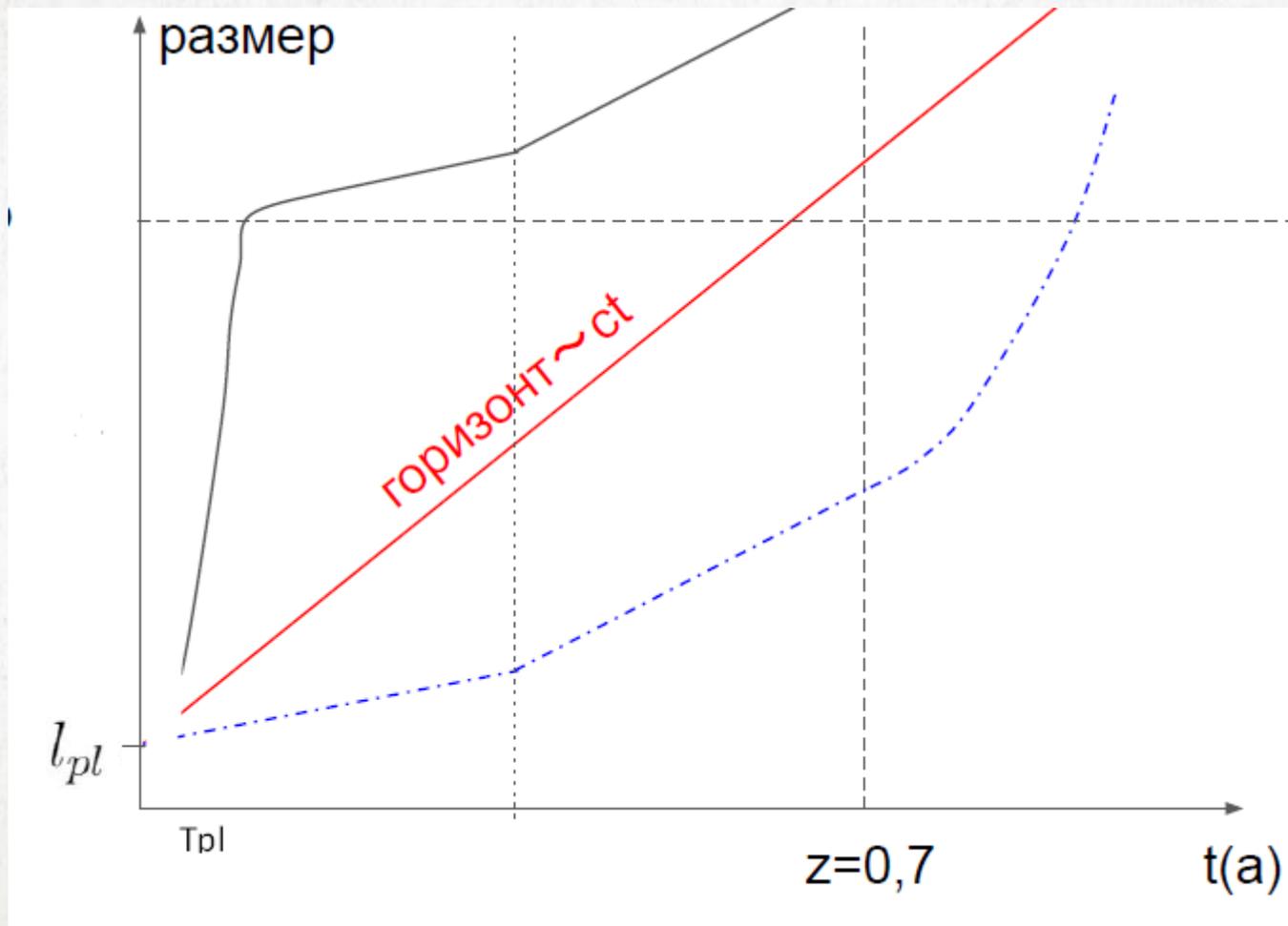
Национальный Исследовательский
Ядерный Университет «МИФИ»

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ
РАБОТЕ
ПРОЯВЛЕНИЕ АКСИОНОПОДОБНЫХ
МОДЕЛЕЙ

ВЫПОЛНИЛ: СТУДЕНТ ГРУППЫ Б19 -102 УЛЬМАСКУЛОВ ЭРИК МАРАОВИЧ
НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: Д. Ф. –М. Н., ПРОФЕССОР М. Ю. ХЛОПОВ

Москва 2022

ИНФЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ



РАССМАТРИВАЕМАЯ МОДЕЛЬ

$$V(a) = -m_\pi^2 f_\pi^2 \sqrt{1 - \frac{4m_u m_d}{(m_u + m_d)^2} \sin^2 \left(\frac{a}{2f_a} \right)}$$

где m_u - Массы u и d кварков
 m_d - скрытого сектора
соответственно

В скрытом секторе присутствуют аналоги u и d кварков, которые не имеют зарядов, характерных u и d кваркам стандартной модели.

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СКАЛЯРНЫЕ И ТЕНЗОРНЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ

$$n_s = 1 - 6\epsilon + 2\eta$$

$$r = 16\epsilon$$

где:

$$\epsilon = \frac{M_p^2}{2} \left(\frac{V_a(a)}{V(a)} \right)^2 = \frac{M_p^2}{2} \left(\frac{1}{2f_a} \right)^2 \left(\frac{\tilde{V}_{\tilde{a}}(\tilde{a})}{\tilde{V}(\tilde{a})} \right)^2 < 1$$

$$\eta = M_p^2 \frac{V_{aa}}{V} = M_p^2 \left(\left(\frac{1}{2f_a} \right)^2 \frac{\tilde{V}_{\tilde{a}\tilde{a}}}{\tilde{V}} \right)$$

$$\tilde{V}_{\tilde{a}} = \frac{2R}{(R+1)^2} \frac{\sin(2\tilde{a})}{\sqrt{1 - \frac{4R}{(R+1)^2} \sin^2 \tilde{a}}}$$

$$\begin{aligned} \tilde{V}_{\tilde{a}\tilde{a}} &= \frac{2R}{(R+1)^2} \frac{2\cos(2\tilde{a}) \sqrt{1 - \frac{4R}{(R+1)^2} \sin^2 \tilde{a}} + \frac{2R}{(R+1)^2} \frac{\sin(2\tilde{a}) \sin(2\tilde{a})}{\sqrt{1 - \frac{4R}{(R+1)^2} \sin^2 \tilde{a}}}}{1 - \frac{4R}{(R+1)^2} \sin^2 \tilde{a}} = \\ &= \frac{2R}{(R+1)^2} \frac{2\cos(2\tilde{a}) - \frac{8R}{(R+1)^2} \cos(2\tilde{a}) \sin^2 \tilde{a} + \frac{2R}{(R+1)^2} \sin^2(2\tilde{a})}{\left(1 - \frac{4R}{(R+1)^2} \sin^2 \tilde{a}\right)^{\frac{3}{2}}} = \\ &= \frac{2R}{(R+1)^2} \frac{2\cos(2\tilde{a}) - \frac{4R}{(R+1)^2} (2\cos(2\tilde{a}) \sin^2 \tilde{a} + \frac{1}{2} \sin^2(2\tilde{a}))}{\left(1 - \frac{4R}{(R+1)^2} \sin^2 \tilde{a}\right)^{\frac{3}{2}}} = \\ &= \frac{2R}{(R+1)^2} \frac{2\cos(2\tilde{a}) - \frac{4R}{(R+1)^2} (\cos(2\tilde{a}) - \cos^2(2\tilde{a}) + \frac{1}{2} \sin^2(2\tilde{a}))}{\left(1 - \frac{4R}{(R+1)^2} \sin^2 \tilde{a}\right)^{\frac{3}{2}}} = \\ &= \frac{2R}{(R+1)^2} \frac{2\cos(2\tilde{a}) + \frac{2R}{(R+1)^2} (1 - \cos(2\tilde{a}))^2}{\left(1 - \frac{4R}{(R+1)^2} \sin^2 \tilde{a}\right)^{\frac{3}{2}}} \end{aligned}$$

РАСЧЕТ

$$\begin{aligned} N(a) &= \int_{a_{end}}^a \frac{d(a')}{\sqrt{2\epsilon}} = \frac{(R+1)^2}{R} \frac{2f_a^2}{M_{pl}} \int_{\tilde{a}_{end}}^{\tilde{a}} \frac{da}{\sin 2a} \left(1 - \frac{4R}{(R+1)^2} \sin^2 a \right) = \\ &= \frac{(R+1)^2}{R} \frac{2f_a^2}{M_{pl}} \left(\int_{\tilde{a}_{end}}^{\tilde{a}} \frac{da}{\sin 2a} - \frac{4R}{(R+1)^2} \int_{\tilde{a}_{end}}^{\tilde{a}} \frac{\sin^2 a}{\sin 2a} da \right) \end{aligned}$$

Для удобства вычисления, обозначи первое слагаемое за А, второе за В, а внешний множитель за N_0 . Тогда получим уравнение:

$$N(\tilde{a}) = N_0 (A(\tilde{a}) - B(\tilde{a}))$$

Флуктуации реликтового излучения создаются примерно в 60 e-folds до окончания инфляции[4]. Тогда

$$N_{tot} = \frac{N_0}{4} \ln \frac{\sin^2 \tilde{a}_{cmd} (1 - \sin^2 \tilde{a}_{cmd})^{B_0-1}}{\sin^2 \tilde{a}_{end} (1 - \sin^2 \tilde{a}_{end})^{B_0-1}} \approx 60$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы, получена система уравнений, с помощью которых, в частности, можно получить оценку на спектральный индекс n_s , характеризующий спектральную мощность флуктуаций температуры реликтового излучения, а также тензорно-скалярное отношение, характеризующее ПГВ.

$$\begin{cases} n_s|_{cmb} = 1 - 6\epsilon_{cmb} + 2\eta_{cmb} \\ r_{cmb} = 16\epsilon_{cmb} \\ \frac{N_0}{4} \ln \frac{\sin^2 \tilde{a}_{cmb}}{\sin^2 \tilde{a}_{end}} \frac{(1 - \sin^2 \tilde{a}_{cmb})^{B_0 - 1}}{(1 - \sin^2 \tilde{a}_{end})^{B_0 - 1}} \approx 60 \\ \frac{M_{pl}^2}{2f_a^2} \frac{R^2}{(R+1)^4} \frac{\sin^2 2\tilde{a}_{end}}{\left(1 - \frac{4R}{(R+1)^2} \sin^2 \tilde{a}_{end}\right)^2} = 1 \end{cases}$$

Спасибо за внимание!