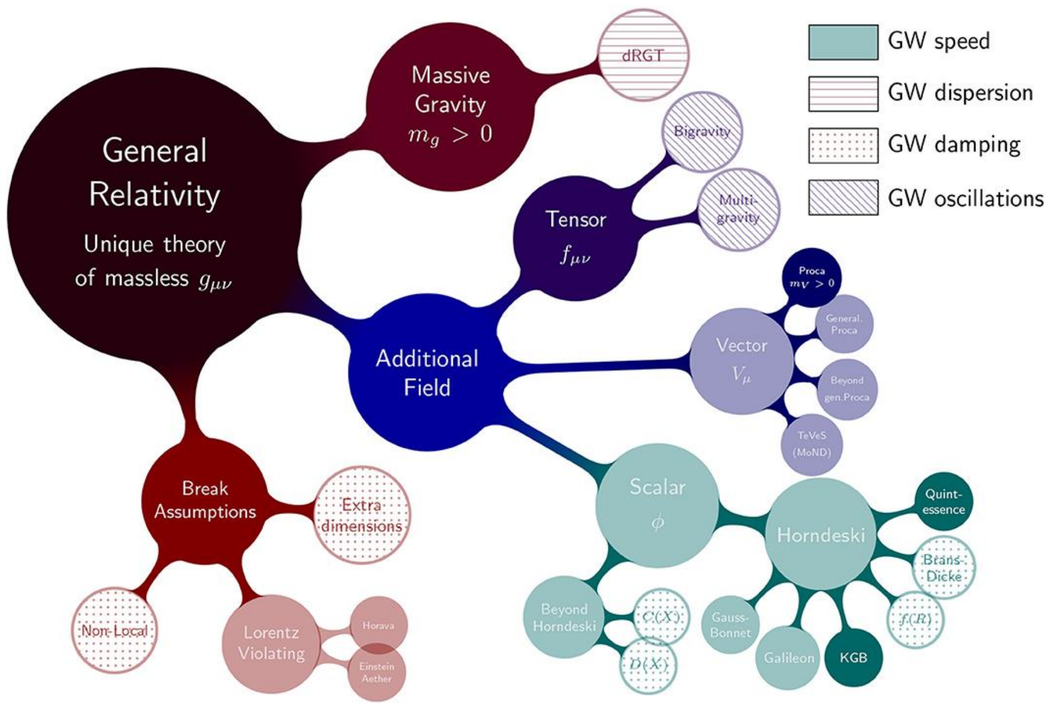
ИНФЛЯЦИЯ БЕЗ НАЧАЛЬНОЙ СИНГУЛЯРНОСТИ

Ринат Кагиров[1, a], Сергей Миронов[1]
[1] Institute for Nuclear Research (INR), Russia.
[a] e-mail: kagirov2001@gmail.com.

Модифицированные теории гравитации:



Зачем?

- Скалярное поле инфлантона
- Проблема начальной сингулярности
- Темная энергия и материя
- Сравнение с ОТО

Теории Хорндески

- Отсутствие 3 производных в уравнениях движения
- Наиболее общая и простая скалярно-тензорная теория
- Обобщает другие модификации

В общем виде $S = \int d^4x\sqrt{-g}\,(\mathcal{L}_2 + \mathcal{L}_3 + \mathcal{L}_4 + \mathcal{L}_5 + \mathcal{L}_{\mathcal{BH}})$

В нашем случае

$$S = \int d^4x\sqrt{-g}(\mathcal{L}_4 + \mathcal{L}_2) = \int d^4x\sqrt{-g}(R + F(\pi, X))$$

Скалярные возмущения в теории Хорндески

$$S_s = \int \mathrm{d}t\ \mathrm{d}^3x a^3 \left[\mathcal{G}_\mathcal{S}\dot{\alpha}^2 - \mathcal{F}_\mathcal{S}\frac{(k\alpha)^2}{a^2}\right]$$

Ограничения:

1. Скорости распространения скалярных и тензорных возмущений, тахионные моды, экспоненциальные моды
2. NEC

Уравнения движения:

$$\alpha''(t) + \alpha(t)w(t) = 0$$

$$w(t) = \frac{k^2}{a^2} - \left(\frac{B}{2}\right)^2 - \frac{B'}{2}$$

$$B = \frac{(a^3\mathcal{G}_\mathcal{S})'}{a^3\mathcal{G}_\mathcal{S}}$$

Для нахождения спектра необходимо получить зависимость амплитуды скалярных возмущений от импульса, поэтому производилось численное решение уравнений движения для различных импульсов k

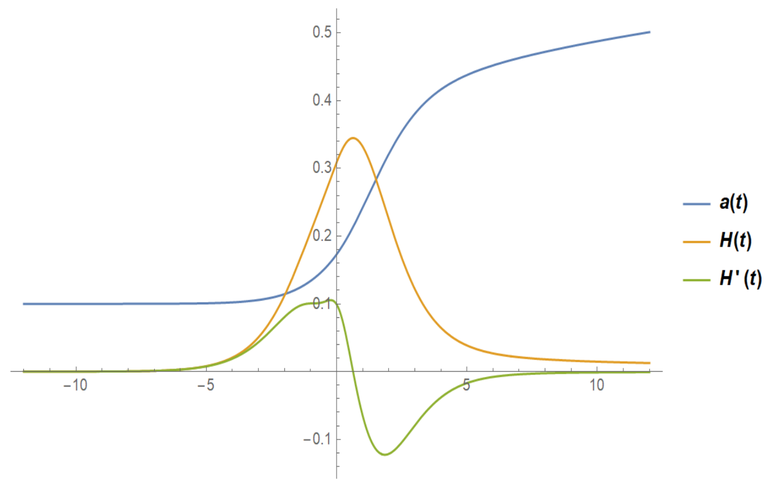
Построение модели

Мы выбираем масштабный фактор, далее проверяем для данного масштабного фактора условия на устойчивость и реконструируем Лагранжиан.

Зависимость выбрана исходя из следующих соображений:

1. Отсутствие сингулярности
2. Наличие инфляционной стадии
3. Возможность выхода из инфляционной стадии

$$a = \frac{\mathrm{e}^x + 1}{1 + \mathrm{e}^{x-1}} + \left(1 + x^2\right)^{\frac{1}{6}} \frac{1}{1 + \mathrm{e}^{-x+1}}$$



Ограничения на скорость распространения возмущений

$$\mathcal{F}_s = -\frac{H'}{H^2} + \frac{1}{H^2a^2}$$

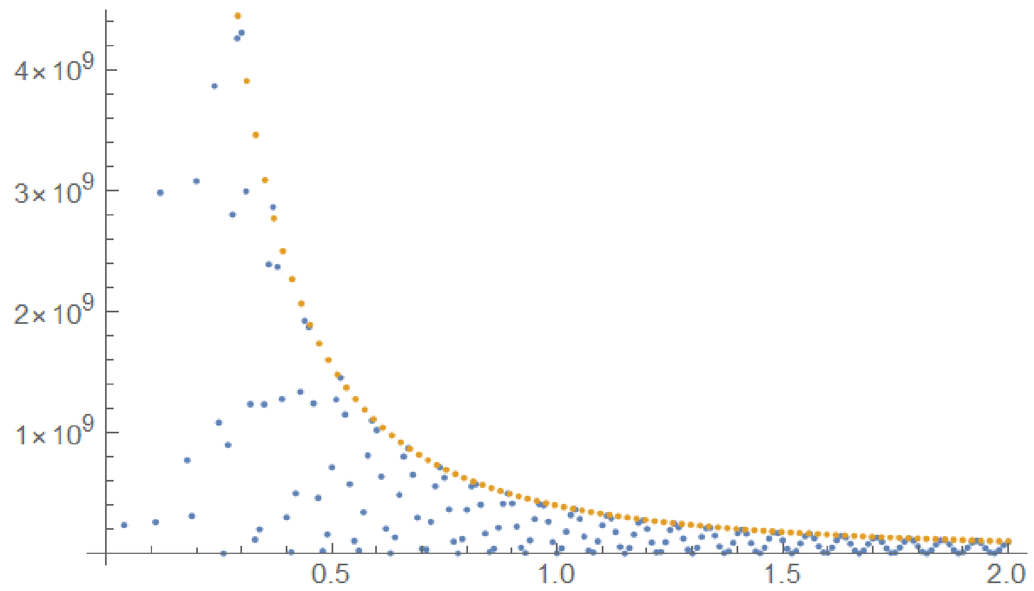
$$c_\mathcal{T}^2 = \frac{\mathcal{F}_\mathcal{T}}{\mathcal{G}_\mathcal{T}} = 1, \quad c_\mathcal{S}^2 = \frac{\mathcal{F}_\mathcal{S}}{\mathcal{G}_\mathcal{S}} = 1$$

Изотропное условие энергодоминатности

$$G_{\mu\nu}n^\mu n^\nu > 0$$

Спектр скалярных возмущений

Был разработан метод численного расчета спектра скалярных возмущений для произвольных моделей. Метод был апробирован на классической теории Инфляции, где, как ожидалось, спектр оказался плоским. Тот же метод был применен к рассматриваемой модели, что позволило убедиться в плоскостности спектра скалярных возмущений.



Спектр скалярных возмущений

Выводы:

- Показана возможность построить различные космологические модели без сингулярности, с плоским спектром
- Для всех моделей выполняются условия устойчивости, нет духов, тахионов, выполняется NEC
- Возможно добавление дополнительных параметров, описывающих размеры и скорости
- Разработан метод вычисления спектра скалярных возмущений для различных теорий