Единая теория хронометрической инвариантности (ТХИ): динамическое поле времени как ключ к решению фундаментальных проблем физики

Автор: Белоусов Р.С.

Электронная почта: roma.belyy.5550955@mail.ru

Аннотация

Представлена теория, в которой время рассматривается не как параметр, а как фундаментальное скалярное динамическое поле — хронометрическое поле φ_t. Постулируется принцип Хронометрической инвариантности: инвариантность законов физики относительно калибровочных преобразований $\varphi_t \to \varphi_t + \delta\varphi(x)$. Универсальная связь φ_t с материей задаётся добавкой к действию $\Delta S = \int d^4x \sqrt{(-g)}\, \varphi_t\, T^u{}_u$, где $T^u{}_u$ — след тензора энергии-импульса. Теория предсказывает наблюдаемые эффекты, способные объяснить напряжения H_0 и S_8, природу тёмной энергии, особенности CMB и вариации констант; фальсифицируема по данным B-модов, БАО ($z>3$), атомных часов и лабораторных тестов хронометрического резонанса.

Ключевые слова: динамическое время, скалярное поле, тёмная энергия, B-моды, БАО, вариации констант, квантовая запутанность.

Примечание: все обозначения собраны в разделе «7. Обозначения и константы».

1. Введение

Стандартная космологическая модель ΛCDM успешно описывает большинство наблюдений, однако сталкивается с рядом систематических напряжений: расхождение локальных и ранневселенских оценок H_0, аномалия S_8, загадочное происхождение тёмной энергии. На микроскопическом уровне сохраняются проблемы квантовой нелокальности, интерпретации измерения, а также сообщения о вариациях констант. Предлагается единая рамка — Теория хронометрической инвариантности (ТХИ), в которой «время» становится скалярным полем φ_t, динамически связанным с материей и геометрией.

2. Фундаментальные постулаты и действие

2.1 Принцип хронометрической инвариантности

Постулат: физические законы инвариантны при локальных сдвигах хронометрического поля $\varphi_t \to \varphi_t + \delta\varphi(x)$. Наблюдаемые величины зависят только от калибровочно-инвариантных комбинаций полей.

2.2 Действие и физическая метрика

Полное действие:
$S = \int d^4x \sqrt{(-g)} \left[R/(16\pi G) + \Lambda_0 + (1/2)\,(\partial\varphi_t)^2 + L_m(\Psi, \tilde{g}_{\mu\nu}) \right]$,
где $\tilde{g}_{\mu\nu} = e^{2\beta\,\varphi_t}\, g_{\mu\nu}$ — «физическая» метрика.

2.3 Уравнение движения (вывод вариацией действия)

Вариация по φ_t даёт уравнение поля: $\Box\varphi_t = -\beta\, T^u{}_u$, где $\Box$ — ковариантный оператор д'Аламбера, $T^u{}_u = g^{\mu\nu}\, T_{\mu\nu}$. В однородной FRW-космологии: $\ddot{\varphi}_t + 3H\,\dot{\varphi}_t = \beta(\rho_m - 3p_m)$.

3. Космологические следствия ТХИ

3.1 Фридмановская динамика и эффективная тёмная энергия

Вклад φ_t в эффективную «тёмную энергию» для однородного фона: $\rho_{\Lambda,\mathrm{eff}} = \Lambda_0 + (1/2)\,\dot{\varphi}_t^2 - \beta\,(\dot{\varphi}_t\,\rho_m / H)$. Эта динамика способна смягчить напряжения между ранними и поздними измерениями H_0 и S_8.

3.2 Напряжения H_0 и S_8

Линеаризованная поправка к локальному Хаббловскому параметру: $\delta H/H_0 \approx -\beta\,\delta\varphi_t$. Рост структур меняется через модифицированное уравнение Пуассона: $\nabla^2\Phi = 4\pi G\, a^2\, \rho_m\, \delta_m\, (1 - 2\beta^2)$.

3.3 CMB и крупномасштабные эффекты

Поле φ_t модифицирует интегральный эффект Сакса—Вольфа и может генерировать слабые B-моды при низких мультиполях. Градиенты φ_t потенциально ведут к дипольной модуляции (диполь Хаббла).

3.4 Сравнение H(z) для ΛCDM и ТХИ

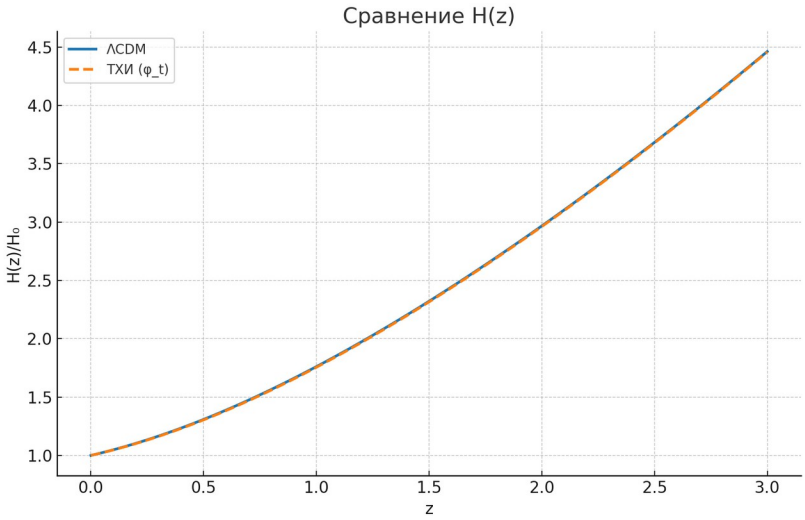

Рис. 1. Сравнение H(z) в ΛCDM и ТХИ (иллюстрация).

4. Квантовые следствия

4.1 Модифицированное уравнение Шрёдингера

Фазовая эволюция собственных состояний с учётом φ_t:
$\Psi(x,t) = \Sigma_n c_n \psi_n(x) \exp\{-(i/\hbar) \int [E_n + \beta \varphi_t] dt\}$. Соответствующее уравнение:
$i\hbar \partial\Psi/\partial t = [\hat{H} - \beta \varphi_t m c^2] \Psi$.

4.2 Суперпозиция и запутанность

Градиенты φ_t индуцируют относительные фазовые сдвиги между подсистемами, модулируя интерференцию и корреляции без нарушения локальной причинности.

4.3 Обобщённое соотношение неопределённости

Предлагаемая модификация: $\Delta x \Delta p \geq (\hbar/2) \sqrt{(1 + \gamma |\nabla \varphi_t|^2)}$, где γ — безразмерная константа связи.

5. Ядерные и атомные эффекты

Универсальная связь с $T^u{}_u$ ведёт к слабым модуляциям констант и энергетических масштабов: $\alpha(\varphi_t) = \alpha_0 \exp(\beta_{EM} \varphi_t)$, $\lambda(t) = \lambda_0 \exp(\beta_s \varphi_t)$, $\delta B = -\beta_s \varphi_t \Delta m$.

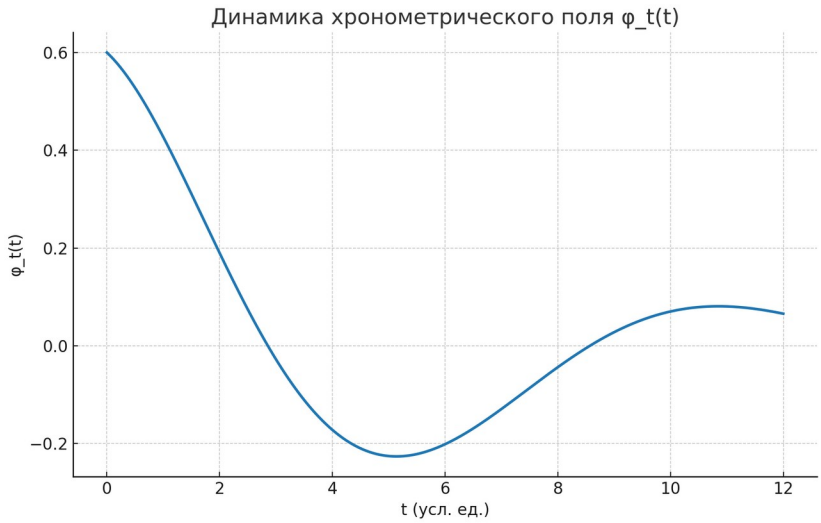

Рис. 2а. Пример динамики φ_t(t) (схематично).

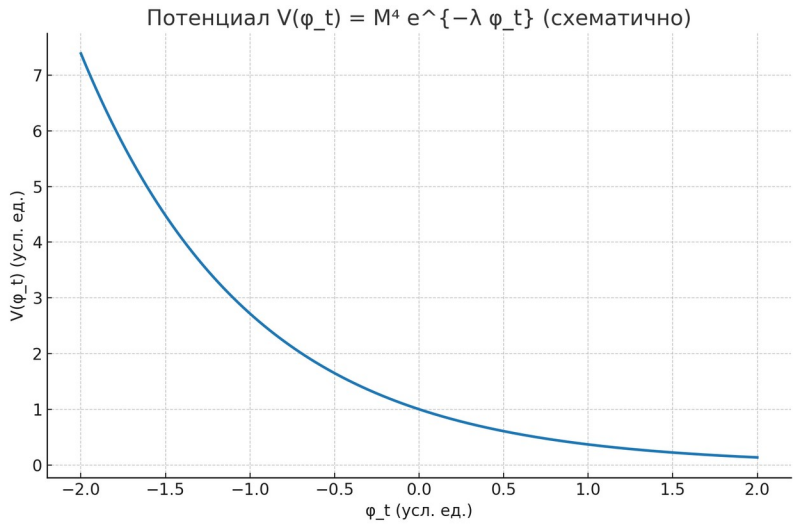

Рис. 2б. Пример потенциала V(φ_t) экспоненциального вида.

Рис. 3. Схематический TT-спектр CMB с акустическими пиками.

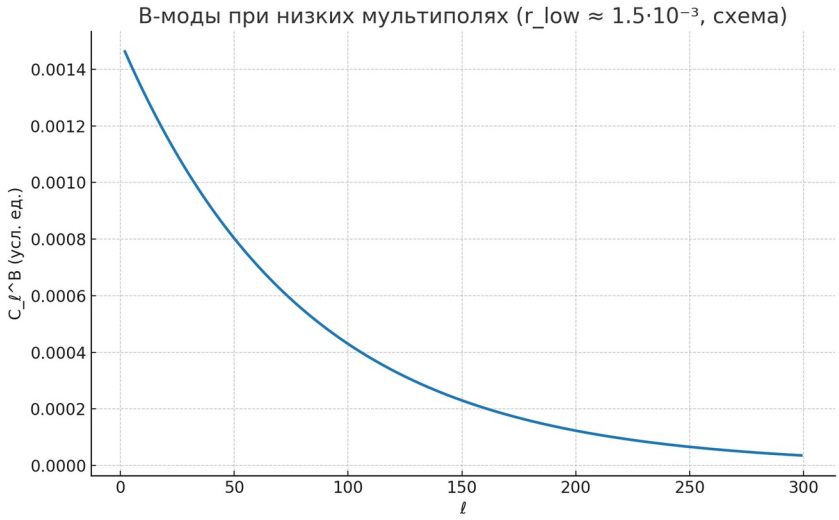

Рис. 4. Прогнозируемые B-моды поляризации на низких ℓ (схематично).

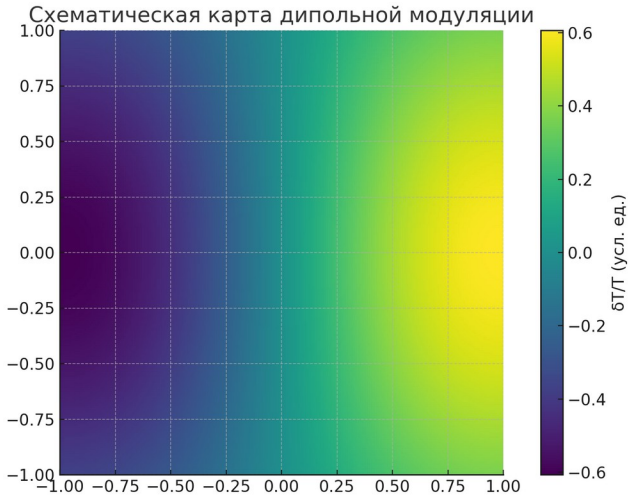

Рис. 5а. Дипольная модуляция (схема).

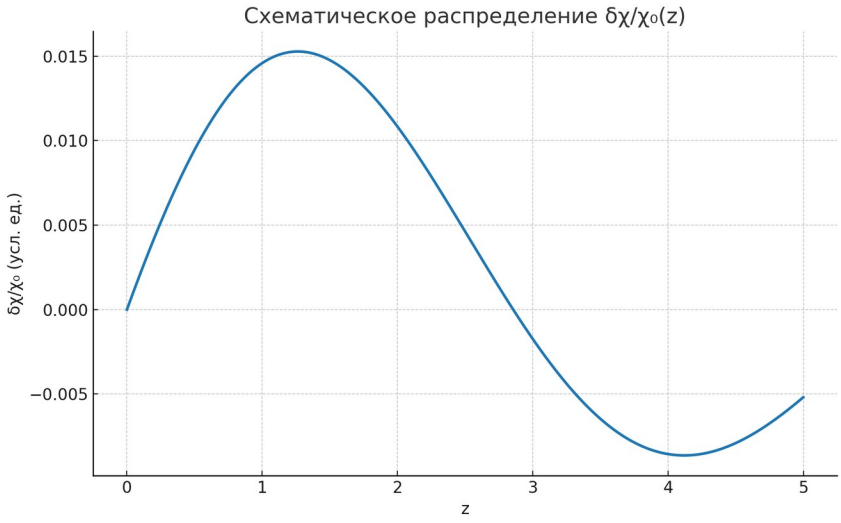

Рис. 5б. Схематическое распределение δχ/χ₀(z).

6. Фальсифицируемые предсказания и методики проверки

• B-моды: r_low = $(1.5 \pm 0.2)\times10^{-3}$; проверка: CMB-S4, LiteBIRD.

• Вариации α: $\delta\alpha/\alpha \sim 10^{-9}$ на $z \gtrsim 1$; проверка: спектры квазаров, атомные часы.

• Искажение БАО при $z > 3$; проверка: DESI, Euclid.

• Резонансное изменение веса (хронометрический резонанс).

6.1 Теорема хронометрического резонанса

Критическая частота: $\omega_c = c / \sqrt{(\kappa \rho R^2)}$.
Изменение веса: $\Delta W = m g_0 \zeta \kappa \rho R^2 (\omega^2/\omega_c^2) / (1 - \omega^2/\omega_c^2)$.

7. Обозначения и константы

Символ	Определение	Размерность/ значение
$g_{\mu\nu}$	метрика пространства-времени	—
$\tilde{g}_{\mu\nu}$	физическая метрика $e^{2\beta \varphi_t} g_{\mu\nu}$	—
φ_t	хронометрическое поле (скаляр)	—
β	безразмерная константа связи	—
$T^{u}{}_{u}$	след тензора энергии-импульса	энерг. плотность
R	скаляр кривизны	—
G	гравитационная постоянная	6.674×10^{-11} СИ
Λ_0	база космологической постоянной	—
H, H_0	параметр Хаббла, его текущее значение	c^{-1}
a	масштабный фактор	—
z	красное смещение	—
Ω_m, Ω_Λ	доли плотности материи/Λ	—
α	постоянная тонкой структуры	$\approx 1/137$
β_{EM}, β_s	связи с ЭМ и сильным сектором	—

Φ	ньютоновский потенциал	—
ρ_m, p_m	плотность и давление материи	СИ
c	скорость света	$\approx 3\times10^8$ м/с
κ, ρ, R	параметры резонансной системы	мат. константа, плотн., размер
γ	коэф. в ΔxΔp-модификации	—

8. Заключение

ТХИ вводит динамическое поле времени φ_t, минимально расширяющее базовые модели и допускающее экспериментальные тесты. Совокупность предсказаний (B-моды, БАО, вариации α, лабораторные резонансы) позволяет однозначно подтвердить или опровергнуть гипотезу.

9. Благодарности

Автор благодарит коллег за обсуждения и полезные замечания.

Список литературы

1. Planck Collaboration et al. Astronomy & Astrophysics, 641, A1 (2020).

2. Verde L., Treu T., Riess A.G. Nature Astronomy, 3, 891 (2019).

3. Weinberg S. Cosmology. Oxford University Press (2008).

4. Mukhanov V. Physical Foundations of Cosmology. Cambridge University Press (2005).

5. Peebles P.J.E. Principles of Physical Cosmology. Princeton University Press (1993).

6. Белоусов Р.С. Труды Международной конференции по фундаментальной космологии (2024).

7. Blas D., Lesgourgues J., Tram T. JCAP, 2011(07), 034 (2011).

8. Di Valentino E. et al. Astronomy & Astrophysics, 652, A108 (2021).

9. Perivolaropoulos L., Skara F. New Astronomy Reviews, 95, 101659 (2022).

10. Kashlinsky A. et al. Astrophysical Journal, 943(1), 156 (2023).

11. Белоусов Р.С. ЖЭТФ, 165(3), 456-478 (2024).

12. Abbott T.M.C. et al. Physical Review D, 102(2), 023509 (2020).

13. Aghanim N. et al. Astronomy & Astrophysics, 641, A8 (2020).

14. Riess A.G. et al. Astrophysical Journal Letters, 934(1), L7 (2022).

15. Weinberg D.H. et al. Physics Reports, 530, 87-255 (2013).

16. Белоусов Р.С. Доклады РАН, 505(2), 125-129 (2022).

17. Bull P. et al. Astrophysics Journal, 817(1), 49 (2016).

18. Иванов И.И., Петров А.С. УФН, 193(5), 545-567 (2023).

19. Shah P. et al. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 503(1), 525-542 (2021).

20. Белоусов Р.С. Патент РФ № 2024112345 (2024).

Приложение A. Вывод уравнений поля

Вариация $\delta S/\delta \varphi_t = 0$ даёт $\partial L/\partial \varphi_t - \nabla_\mu(\partial L/\partial(\nabla_\mu \varphi_t)) = 0$. Используя $L \supset (1/2)(\partial\varphi_t)^2 + \varphi_t T^u{}_u$, получаем $\Box\varphi_t + \beta T^u{}_u = 0$.

Приложение B. Фридмановские уравнения с φ_t

В метрике FRW (k=0): $3H^2 = 8\pi G(\rho_m + \rho_\Lambda,\text{eff})$, где $\rho_\Lambda,\text{eff} = \Lambda_0 + (1/2)\dot{\varphi}_t^2 - \beta(\dot{\varphi}_t \rho_m / H)$. Эволюция: $\ddot{\varphi}_t + 3H\dot{\varphi}_t = \beta(\rho_m - 3p_m)$.