

DOI 10.58351/2949-2041.2026.34.5.010

Пирязев Игорь Олегович
Независимый исследователь
Piryazev Igor Olegovich
port10@ya.ru

**МОДЕЛЬ ОТВ2 (ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ТЕМП ВРЕМЕНИ 2):
КОСМОЛОГИЯ ТЕМПА ПРОЦЕССОВ БЕЗ ТЁМНОЙ ЭНЕРГИИ
THE OTV2 MODEL (RELATIVE TEMPO OF TIME 2): COSMOLOGY
OF THE TEMPO OF PROCESSES WITHOUT DARK ENERGY**

Аннотация:

В работе рассматривается модель ОТВ2, в которой ускоренное расширение Вселенной интерпретируется не как следствие существования тёмной энергии, а как результат изменения глобального темпа физических процессов. Фундаментальной величиной модели является поле темпа $\Phi(x, t)$, связывающее координатное время t и физическое время процессов τ : $d\tau = dt/\Phi(x, t)$ [1].

В космологическом пределе вводится глобальное среднее поле $\bar{\Phi}(a)$.

Abstract:

This paper considers the OTV2 model, in which the accelerated expansion of the Universe is interpreted not as a consequence of the existence of dark energy, but as the result of a change in the global tempo of physical processes. The fundamental quantity of the model is the tempo field $\Phi(x, t)$, which relates coordinate time t to the physical time of processes τ : $d\tau = dt/\Phi(x, t)$ [1].

In the cosmological limit, a global mean field $\bar{\Phi}(a)$ is introduced.

Ключевые слова:

ОТВ2, поле темпа процессов, космология без тёмной энергии, Λ CDM, гравитация как градиент темпа Φ , космологическая постоянная.

Keywords:

OTV2; process tempo field; cosmology without dark energy; Λ CDM; gravity as a gradient of tempo Φ ; cosmological constant.

1. Введение

Стандартная модель Λ CDM успешно описывает широкий круг космологических наблюдений: ускоренное расширение Вселенной, космическое микроволновое фоновое излучение, крупномасштабную структуру и эволюцию материи [2]. Однако ключевой элемент этой модели — космологическая постоянная Λ — остаётся физически не объяснённой величиной.

В стандартной интерпретации Λ обычно связывается с тёмной энергией или энергией вакуума. Но такая трактовка приводит к известным трудностям: проблема малости Λ , проблема совпадения эпох, расхождения между локальными и ранневселенными измерениями H_0 , напряжение S_8 , различия между методами наблюдений, а также трудности с объяснением локальной структуры Вселенной.

В модели ОТВ2 предлагается иной подход. Вместо введения новой формы энергии фундаментальной величиной считается поле относительного темпа физических процессов $\Phi(x, t)$. Это поле задаёт локальную скорость протекания физических процессов и определяет связь между координатным временем и физическим временем:

$$d\tau = \frac{dt}{\Phi(x, t)}.$$

В этой интерпретации время не является первичной самостоятельной сущностью, а связано с темпом процессов. Различие хода времени означает различие локальной частотной шкалы физики.



Основная идея данной статьи состоит в следующем: космологическое ускорение может быть интерпретировано как результат роста глобального поля темпа $\bar{\Phi}(a)$, а локальная гравитация — как результат пространственных градиентов этого же поля [1]. Таким образом, одна величина Φ связывает космологию и гравитацию (схема приведена на рисунке 1).

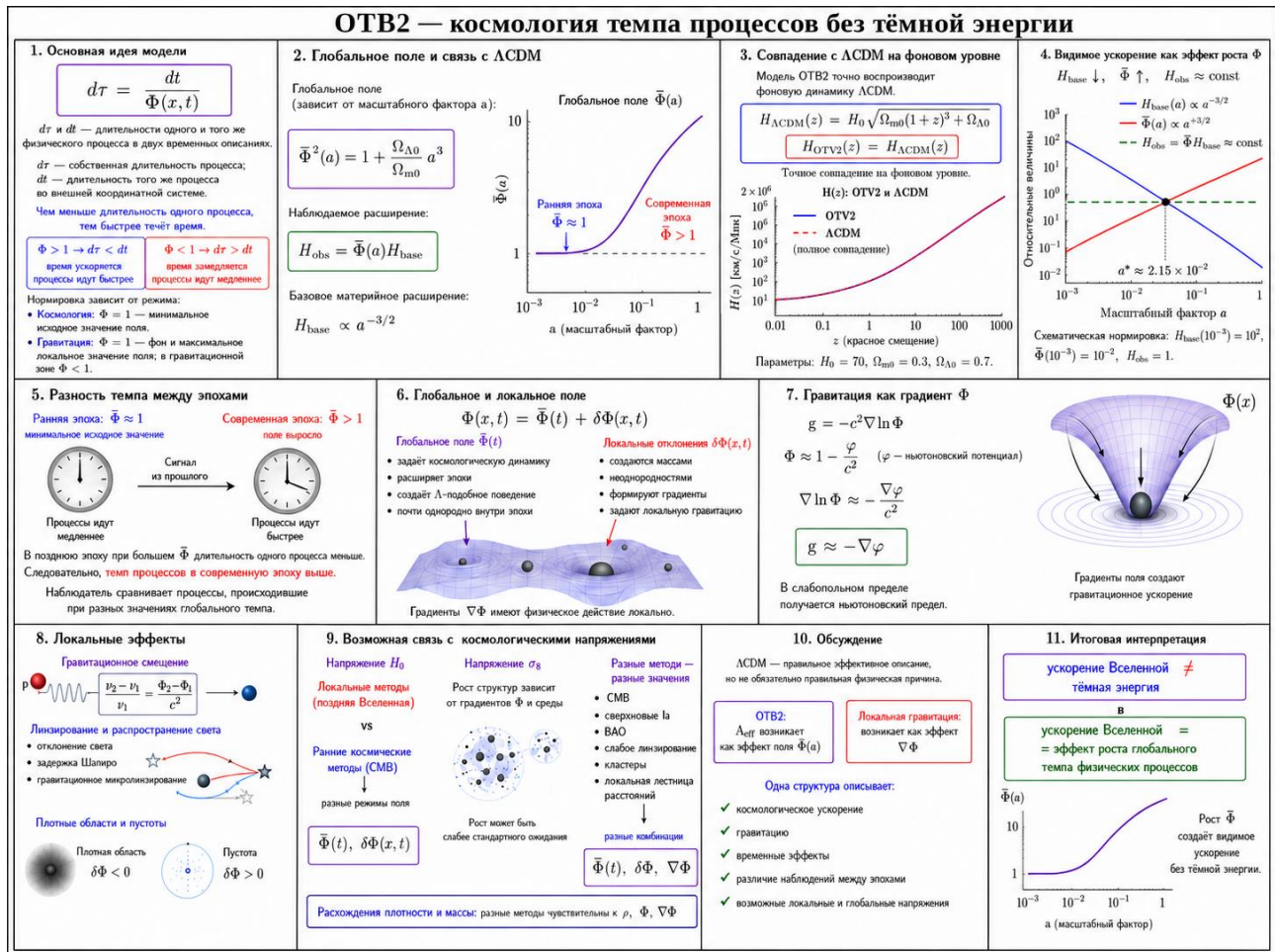


Рис.1. ОТВ2: Космология темпа процессов без тёмной энергии. Гравитация как градиент поля Φ .

2. Базовое определение модели ОТВ2

2.1. Поле темпа

В модели ОТВ2 вводится поле:

$$\Phi(x, t),$$

где x обозначает пространственные координаты, а t — координатное время.

Поле Φ задаёт относительный темп физических процессов. Если Φ больше, процессы протекают быстрее относительно выбранной координатной шкалы; если Φ меньше, процессы протекают медленнее.

Связь времён:

$$d\tau = \frac{dt}{\Phi(x, t)}.$$

Здесь:

dt — координатный интервал времени;

$d\tau$ — физическое время процессов;

$\Phi(x, t)$ — локальный темп процессов.

В ОТВ2 физическое время определяется не абстрактным параметром, а частотой реальных процессов. Если $d\tau$ увеличивается, то длительность одного элементарного процесса возрастает. Следовательно, за один и тот же координатный интервал dt происходит меньше



таких процессов. Частота атомных часов и других физических процессов уменьшается, поэтому в данной области время течёт медленнее.

Больше Φ — выше частота процессов — быстрее ход времени. Меньше Φ — ниже частота процессов — медленнее ход времени.

2.2. Нормировка поля Φ в режиме космологии.

В космологии:

$$\Phi = 1$$

— это минимальное исходное значение глобального поля в ранней эпохе. Потом глобальное поле растёт.

2.2. Наблюдаемое расширение

Наблюдаемый параметр Хаббла определяется через физическое время [3]:

$$H_{\text{obs}} = \frac{1}{a} \frac{da}{d\tau}.$$

Так как:

$$d\tau = \frac{dt}{\Phi},$$

получаем:

$$H_{\text{obs}} = \Phi \frac{1}{a} \frac{da}{dt}.$$

Обозначим:

$$H_{\text{base}} = \frac{1}{a} \frac{da}{dt}.$$

Тогда:

$$H_{\text{obs}} = \Phi H_{\text{base}}.$$

Это основная космологическая формула ОТВ2.

3. Глобальное поле $\bar{\Phi}(a)$ и совпадение с Λ CDM

3.1. Материйная база

Пусть базовая космология задаётся материйной динамикой:

$$H_{\text{base}}^2 = \frac{8\pi G}{3} \rho_m,$$

где:

$$\rho_m = \rho_{m0} a^{-3}.$$

Тогда:

$$H_{\text{base}} \propto a^{-3/2}.$$

То есть материйное расширение замедляется.

3.2. Требование совпадения с Λ CDM

Фоновая динамика Λ CDM имеет вид [2]:

$$H_{\Lambda\text{CDM}}^2 = H_0^2 (\Omega_{m0} a^{-3} + \Omega_{\Lambda0}).$$

В ОТВ2:

$$H_{\text{obs}}^2 = \bar{\Phi}^2 H_{\text{base}}^2.$$

Требование:

$$H_{\text{obs}}^2 = H_{\Lambda\text{CDM}}^2$$

однозначно фиксирует глобальное поле:

$$\bar{\Phi}^2(a) = 1 + \frac{\Omega_{\Lambda0}}{\Omega_{m0}} a^3.$$

Эта же логика содержится в файле с анализом глобального Φ , где совпадение с Λ CDM на фоновом уровне используется для определения глобального значения поля.

3.3. Физический смысл

При ранних эпохах:

$$a \ll 1,$$

имеем:



$$\bar{\Phi}^2(a) \approx 1, \quad \bar{\Phi}(a) \approx 1.$$

Значит, ранняя Вселенная почти не отличается от материйного режима.

При поздних эпохах:

$$a \rightarrow 1,$$

поле становится больше единицы:

$$\bar{\Phi} > 1.$$

В дальнейшем, при больших a :

$$\bar{\Phi}(a) \propto a^{3/2}.$$

Тогда:

$$H_{\text{obs}} = \bar{\Phi} H_{\text{base}} \propto a^{3/2} a^{-3/2} \approx \text{const}.$$

Именно этот эффект в стандартной интерпретации описывается как Λ -ускорение.

4. Главное отличие от Λ CDM

Важно подчеркнуть: модель ОТВ2 повторяет Λ CDM на уровне фонового расширения, но не повторяет её физическую сущность.

В Λ CDM:

$$\Lambda \Rightarrow \text{тёмная энергия [4]}$$

В ОТВ2:

$$\Lambda_{\text{eff}} \Rightarrow \text{эффект роста глобального темпа процессов.}$$

То есть $\Omega_{\Lambda 0}$ в формуле поля $\bar{\Phi}$ не обязательно означает существование отдельной энергетической субстанции. Она может быть эффективным параметром, описывающим вклад роста $\bar{\Phi}$ в наблюдаемую динамику.

Иными словами, Λ CDM может быть математически верной эффективной моделью, но её физическая интерпретация может быть иной.

5. Разность темпа между эпохами и видимые эффекты

5.1. Разные эпохи имеют разные $\bar{\Phi}$

Так как:

$$\bar{\Phi}^2(a) = 1 + \frac{\Omega_{\Lambda 0}}{\Omega_{m 0}} a^3,$$

то разные эпохи имеют разные значения глобального темпа.

Ранняя эпоха:

$$\bar{\Phi} \approx 1.$$

Современная эпоха:

$$\bar{\Phi} > 1.$$

Это означает, что наблюдатель сравнивает процессы, происходившие при разных значениях глобального темпа.

5.2. Наблюдаемое не равно базовому

Базовая материйная динамика:

$$H_{\text{base}} \propto a^{-3/2}.$$

Наблюдаемая динамика:

$$H_{\text{obs}} = \bar{\Phi}(a) H_{\text{base}}.$$

Поэтому наблюдаемое расширение не является прямым отображением материйного расширения. Оно уже содержит фактор межэпохального различия темпа.

5.3. Видимое ускорение

Рост $\bar{\Phi}$ создаёт эффект, при котором замедляющаяся материйная база выглядит как ускоренная космология:

$$H_{\text{base}} \downarrow, \quad \bar{\Phi} \uparrow, \quad H_{\text{obs}} \approx \text{const}.$$

Это и есть основной видимый эффект ОТВ2 (основные графики приведены на рисунке 1).



Основные графики модели ОТВ2

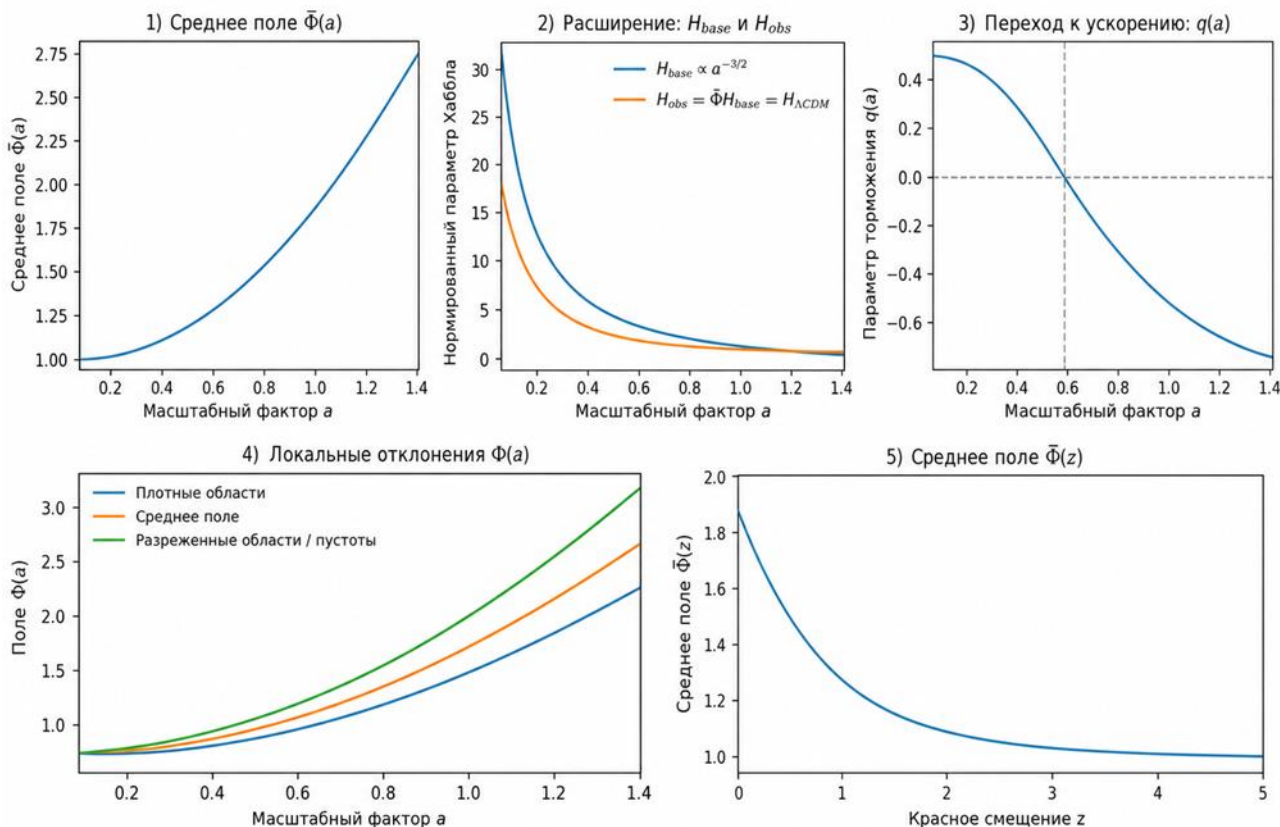


Рис.2. Основные графики модели ОТВ2.

5.4. Влияние на наблюдения

Поскольку наблюдения всегда сравнивают современный эталон с сигналом из другой эпохи, различие $\bar{\Phi}$ может влиять на восстановление [3]:

- $H(z)$;
- светимости сверхновых Ia;
- расстояний $d_L(z)$;
- ВАО-шкалы;
- возраста объектов;
- темпов роста структур;
- параметров, восстановленных из ранней Вселенной.

В стандартной интерпретации такие эффекты приписываются геометрии и тёмной энергии. В ОТВ2 они могут быть следствием различия темпа процессов между эпохами.

6. Глобальное и локальное поле

6.1 Разделение поля

Поле Φ можно представить как сумму:

$$\Phi(x, t) = \bar{\Phi}(t) + \delta\Phi(x, t).$$

Здесь:

- $\bar{\Phi}(t)$ — глобальное среднее поле;
- $\delta\Phi(x, t)$ — локальное отклонение.

6.2. Глобальное поле

Глобальное поле $\bar{\Phi}(t)$:

- задаёт космологическую динамику;
- различает эпохи;
- создаёт Λ -подобное поведение;
- почти однородно внутри одной эпохи.



В пределах одной эпохи абсолютное значение $\bar{\Phi}$ почти не создаёт локальных эффектов, потому что оно одинаково для всех локальных процессов.

6.3. Локальные поля

Локальные отклонения $\delta\Phi(x, t)$:

- создаются массами и плотностными неоднородностями;
- формируют пространственные градиенты;
- задают локальную гравитацию [1].

Именно локальные градиенты $\nabla\Phi$ имеют непосредственное физическое действие внутри одной эпохи [5].

7. Гравитация как градиент поля Φ

7.1. Нормировка поля Φ

В локальной гравитации:

$$\Phi = 1$$

— это фон, то есть максимальное локальное значение поля вне гравитационного провала. Вблизи массы поле понижается.

7.2. Слабопольный предел

В слабопольном пределе ОТВ2 гравитационное ускорение задаётся выражением [1]:

$$\mathbf{g} = -c^2 \nabla \ln \Phi.$$

Если поле слабо отличается от единицы, можно записать:

$$\Phi \approx 1 - \frac{\varphi}{c^2},$$

где φ — ньютоновский потенциал.

Тогда:

$$\nabla \ln \Phi \approx -\frac{\nabla \varphi}{c^2},$$

и:

$$\mathbf{g} \approx -\nabla \varphi.$$

Так получается ньютоновский предел [5]. В статье о слабопольном пределе ОТВ2 гравитация также интерпретируется как градиент поля темпа, а геометрическое описание рассматривается как эффективный язык для наблюдаемых эффектов [1].

8. Локальные эффекты

8.1. Почему глобальное поле почти не видно локально

В одной эпохе:

$$\bar{\Phi}(t) \approx \text{const.}$$

Если поле одинаково в области наблюдения, то оно входит в общую нормировку процессов и почти не создаёт локального различия.

Поэтому локальные эффекты определяются не самим значением $\bar{\Phi}$, а градиентами:

$$\nabla \Phi.$$

8.2. Локальное гравитационное смещение

Если источник находится в точке p , а наблюдатель в точке o , то отношение частот задаётся:

$$\frac{\nu_o}{\nu_p} = \frac{\Phi_o}{\Phi_p}.$$

Это означает, что гравитационное смещение возникает из-за различия локальных темпов процессов в точке источника и точке наблюдателя.

Слабопольная статья ОТВ2 связывает гравитационное смещение именно с различием темпов физических процессов между источником и наблюдателем [1].

8.3. Линзирование и распространение света

Градиенты поля Φ также влияют на траектории света [1]. В эффективном метрическом описании это даёт стандартные слабопольные эффекты [5]:



- отклонение света;
- задержку Шапиро;
- гравитационное линзирование.

Слабопольный предел ОТВ2 был сформулирован так, что воспроизводит ньютоновский предел, гравитационное смещение, отклонение света и задержку Шапиро.

8.4. Плотные области и пустоты

В плотных областях:

$$\delta\Phi < 0,$$

формируются локальные провалы поля и сильные градиенты.

В пустотах:

$$\delta\Phi$$

может быть слабее выражено, а локальные градиенты меньше.

Поэтому разные среды могут давать разные наблюдательные эффекты:

- различную локальную гравитацию;
- различный рост структур;
- различное линзирование;
- разные восстановленные значения параметров.

9. Возможная связь с космологическими напряжениями

9.1. Напряжение H_0

Локальные методы измерения используют объекты поздней Вселенной и зависят от локальной среды.

Ранневселенные методы используют СМВ и зависят от параметров ранней Вселенной.

В ОТВ2 эти методы могут быть чувствительны к разным аспектам поля:

$$\bar{\Phi}(t) \text{ и } \delta\Phi(x, t).$$

Поэтому различие между локальными и ранневселенными измерениями может быть связано с тем, что они восстанавливают параметры в разных режимах поля [6].

9.2. Напряжение S_8

Параметр S_8 связан с ростом структур [7]. Если локальная гравитация определяется не только средней плотностью, но и градиентами Φ , то рост структур может зависеть от среды.

Это может привести к тому, что наблюдаемый рост структур окажется слабее стандартного ожидания Λ CDM.

9.3. Разные методы — разные значения

Разные космологические методы используют разные физические каналы:

- СМВ — ранняя Вселенная;
- сверхновые Ia — поздняя геометрия расстояний;
- ВАО — стандартная шкала;
- слабое линзирование — распределение гравитационных потенциалов;
- кластеры — рост структур;
- локальная лестница расстояний — поздние локальные процессы.

Если поле Φ имеет глобальную и локальную части, то разные методы могут измерять не один и тот же «чистый» параметр, а разные эффективные комбинации:

$$\bar{\Phi}(t), \delta\Phi(x, t), \nabla\Phi.$$

Это даёт естественный язык для обсуждения расхождений между методами.

9.4. Проблема плотности и массы

В современной космологии существуют трудности согласования:

- расчётной плотности материи;
- наблюдаемой массы в галактиках и скоплениях;
- линзирующей массы;
- динамической массы;
- массы, восстановленной по рентгеновским и другим методам.



В ОТВ2 часть таких расхождений может быть связана с тем, что наблюдаемая гравитационная масса отражает не только распределение материи, но и распределение градиентов поля Φ .

Иначе говоря, разные методы могут восстанавливать разные «массы», если они чувствительны к разным аспектам поля:

$$\rho, \Phi, \nabla\Phi.$$

10. Обсуждение

Модель ОТВ2 сохраняет математическое совпадение с Λ CDM на фоновом уровне, но переносит физический смысл ускорения с тёмной энергии на рост глобального темпа процессов.

Это означает, что Λ CDM может быть правильным эффективным описанием наблюдаемого расширения, но не обязательно правильной физической интерпретацией его причины [4].

В ОТВ2:

$$\Lambda_{\text{eff}}$$

возникает как эффект поля $\bar{\Phi}(a)$, а локальная гравитация возникает как эффект $\nabla\Phi$.

Таким образом, одна структура описывает:

- космологическое ускорение;
- гравитацию;
- временные эффекты;
- различие наблюдений между эпохами;
- возможные локальные и глобальные напряжения.

11. Вывод

В данной работе представлена переписанная версия модели ОТВ2 как космологии темпа процессов без тёмной энергии.

Главные результаты:

1. Вводится поле темпа процессов $\Phi(x, t)$, задающее связь:

$$d\tau = \frac{dt}{\Phi(x, t)}.$$

2. Наблюдаемое расширение определяется выражением:

$$H_{\text{obs}} = \Phi H_{\text{base}}.$$

3. Требование совпадения с Λ CDM на фоновом уровне фиксирует глобальное поле:

$$\bar{\Phi}^2(a) = 1 + \frac{\Omega_{\Lambda 0}}{\Omega_{m 0}} a^3.$$

4. Космологическое ускорение возникает как видимый эффект роста $\bar{\Phi}$, а не как следствие тёмной энергии.

5. Локальная гравитация возникает как градиент поля:

$$\mathbf{g} = -c^2 \nabla \ln \Phi.$$

6. Разделение:

$$\Phi(x, t) = \bar{\Phi}(t) + \delta\Phi(x, t)$$

позволяет объединить космологию и локальную гравитацию.

7. Модель потенциально может дать новый язык для объяснения напряжений H_0 , S_8 , расхождений плотности и массы, различий между методами наблюдений и локальных космологических аномалий [6].

Итоговая интерпретация:

ускорение Вселенной \neq тёмная энергия,

а

ускорение Вселенной = эффект роста глобального темпа физических процессов.



Список литературы:

1. Пирязев И.О., Модель ОТВ2 (Относительный Темп Времени 2): слабополюсный предел и гравитационные тесты // Вектор научной мысли: научный журнал. Апрель 2026.- СПб., Изд.МИПИ им. Ломоносова -2026. №4(33). - DOI статьи: 10.58351/2949-2041.2026.33.4.025
2. Planck Collaboration. Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters / N. Aghanim [et al.] // *Astronomy & Astrophysics*. — 2020. — Vol. 641. — A6. — DOI: 10.1051/0004-6361/201833910.
3. Hogg D. W. Distance measures in cosmology // *arXiv: astro-ph/9905116*. — 1999.
4. Peebles P. J. E. The cosmological constant and dark energy / P. J. E. Peebles, B. Ratra // *Reviews of Modern Physics*. — 2003. — Vol. 75. — P. 559–606. — DOI: 10.1103/RevModPhys.75.559.
5. Will C. M. The Confrontation between General Relativity and Experiment // *Living Reviews in Relativity*. — 2014. — Vol. 17. — Article 4. — DOI: 10.12942/lrr-2014-4.
6. Di Valentino E. Cosmology Intertwined II: The Hubble Constant Tension / E. Di Valentino [et al.] // *Astroparticle Physics*. — 2021. — Vol. 131. — Article 102605.
7. Asgari M. KiDS-1000 Cosmology: Cosmic shear constraints and comparison between two-point statistics / M. Asgari [et al.] // *Astronomy & Astrophysics*. — 2021. — Vol. 645. — A104. — DOI: 10.1051/0004-6361/202039070.

