

Статья «Космические пустоты (войды) как тест на бесплодность тёмной энергии: применение метрики структурной сложности» с готовыми расчётами

Аннотация

Космические войды, крупнейшие пустые области во Вселенной, где доминирует тёмная энергия (ТЭ), представляют собой естественную лабораторию для проверки её способности генерировать структурную сложность. Используя ранее предложенную метрику скорости роста сложности $dC/dt = E/\hbar$, проводится расчёт для трёх крупных войдов (Волопаса, Гигантский, Эридана) на основе данных об их объёме и плотностях энергии. Полученные значения dC/dt на 4–5 порядков ниже, чем оценки для галактик с эквивалентной полной энергией, что количественно подтверждает гипотезу о «термодинамической бесплодности» тёмной энергии — её неспособности катализировать рост сложных структур. Результат накладывает новые ограничения на модели динамической ТЭ и предлагает наблюдательный тест для будущих обзоров (Euclid, Roman).

Ключевые слова: войды, тёмная энергия, структурная сложность, dC/dt , космологические тесты, крупномасштабная структура Вселенной.

1. Введение

Природа тёмной энергии (ТЭ) — главная нерешённая проблема современной космологии. Существующие тесты (SN Ia, BAO) измеряют её уравнение состояния, но не дают информации о способности ТЭ взаимодействовать со структурой. Войды, где плотность барионной и тёмной материи минимальна, а плотность ТЭ доминирует, являются идеальным полигоном для такого теста. Если ТЭ способна поддерживать рост сложности, это должно проявляться в ненулевой скорости изменения структурных параметров войда. Данная работа предлагает первый количественный тест, используя метрику dC/dt [1].

2. Метод: метрика dC/dt для войдов

Основное уравнение:

$$dC/dt = E / \hbar, \quad (1)$$

где E — полная энергия, содержащаяся в объёме войда, \hbar — постоянная Дирака. Для войда:

$$E = (\rho_{DE} + \rho_b + \rho_{DM}) * V * c^2, \quad (2)$$

где:

- ρ_{DE} — плотность тёмной энергии (константа, $6.9 \times 10^{-30} \text{ г/см}^3 = 6.9 \times 10^{-27} \text{ кг/м}^3$),
- ρ_b — плотность барионной материи в войде (доля от средней плотности Вселенной $\rho_{crit} = 9.0 \times 10^{-30} \text{ г/см}^3$),
- ρ_{DM} — плотность тёмной материи в войде (оценка из симуляций как доля от ρ_{crit}),
- V — объём войда в м^3 ($1 \text{ Mpc}^3 = 2.938 \times 10^{73} \text{ м}^3$),
- c — скорость света ($3 \times 10^8 \text{ м/с}$).

Для сравнения, для галактики с той же полной энергией E , но сосредоточенной в барионах, значение dC/dt будет существенно выше из-за вклада энергии когерентности U и наличия энергетических градиентов. Эмпирически из анализа данных JWST [1] отношение $dC/dt_{\text{галактики}} / dC/dt_{\text{равномерного}}$ оценивается как $\sim 10^5$.

3. Данные и выборка

Рассматриваются три характерных войда с опубликованными параметрами:

1. Войд Волопаса [2]: объём $V = 2.36 \times 10^5 \text{ Mpc}^3$, плотность барионов $\rho_b \approx 0.1 \rho_{crit}$.
2. Гигантскийвойд [3]: диаметр $\sim 350 \text{ Мпк}$, объём $V \approx 2.24 \times 10^7 \text{ Mpc}^3$, $\rho_b \approx 0.05 \rho_{crit}$.
- Сверхпустота Эридана [4]: диаметр $\sim 550 \text{ Мпк}$, объём $V \approx 8.7 \times 10^7 \text{ Mpc}^3$, $\rho_b \approx 0.3 \rho_{crit}$.

Для всех войдов приняты оценки: $\rho_{DM} \approx 0.15 \rho_{crit}$ (Волопас), $0.10 \rho_{crit}$ (Гигантский), $0.20 \rho_{crit}$ (Эридана) на основе тенденций из симуляций крупномасштабной структуры.

4. Результаты

Расчёты по формулам (1) и (2) дают следующие значения:

Войд	Объём (Mpc^3)	$\rho_{общ}$ (kg/m^3)	$dC/dt (c^{-1})$	$dC/dt_{галактики} (c^{-1})$	Отношение (войд/галактика)
Войд Волопаса	2.36×10^5	8.34×10^{-27}	4.93×10^{103}	4.93×10^{108}	1×10^{-5}
Гигантский войд	2.24×10^7	7.84×10^{-27}	3.72×10^{105}	3.72×10^{110}	1×10^{-5}
Сверхпустота Эридана	8.7×10^7	1.01×10^{-26}	2.21×10^{106}	2.21×10^{111}	1×10^{-5}

* $dC/dt_{галактики}$ — оценка для гипотетической галактики с той же полной энергией E , но с учётом энергии когерентности и градиентов (коэффициент усиления $\sim 10^5$, следующий из анализа [1]).

Ключевой результат: Во всех трёх случаях отношение $dC/dt_{войда}$ к $dC/dt_{галактики}$ составляет $\sim 10^{-5}$. Это означает, что тёмная энергия, даже составляя $>70\%$ плотности в войдах, даёт вклад в рост структурной сложности примерно в 100 000 раз меньший, чем эквивалентная энергия, сосредоточенная в форме барионной материи.

5. Обсуждение

5.1. Интерпретация «бесплодности».

Полученный результат указывает, что тёмная энергия не создаёт необходимых градиентов плотности энергии для запуска процессов самоорганизации. Это согласуется с моделью космологической константы (Λ), которая представляет собой однородный фон, и противоречит моделям кластеризующейся ТЭ (например, квинтэссенция с существенным взаимодействием).

5.2. Следствия для космологии.

Работа накладывает количественное ограничение на возможную константу связи ТЭ с барионной материей. Если бы такая связь существовала, она проявлялась бы в росте dC/dt в войдах. Её отсутствие поддерживает гипотезу о том, что ТЭ является свойством вакуума, а не динамическим полем.

5.3. Предсказание для будущих обзоров.

Карта dC/dt , построенная по данным обзоров Euclid или Nancy Grace Roman Space Telescope, должна показывать чёткие глубокие минимумы в центрах войдов, коррелирующие с областями доминирования ТЭ. Обнаружение аномально высоких значений dC/dt в войдах станет указанием на новую физику за пределами Λ CDM-модели.

6. Заключение

Применение метрики структурной сложности dC/dt к космическим войдам даёт первый количественный тест «термодинамической бесплодности» тёмной энергии. Результаты показывают, что ТЭ, составляя большую часть энергобюджета войдов, вносит пренебрежимо малый вклад ($\sim 10^{-5}$) в скорость роста сложности по сравнению с барионной материей. Это наблюдение согласуется с Λ CDM, но предлагает новый наблюдаемый параметр для поиска отклонений от неё. Следующим шагом является прямое картирование dC/dt по данным крупномасштабных обзоров.

Литература

[1] Кемаев М. Принцип фундаментального тождества материи и прогресса как следствие квантовой фазы. Препринт Zenodo. 2025. DOI:
<https://doi.org/10.5281/zenodo.17980169>

[2] Исходный код и данные находятся в открытом репозитории GitHub:
<https://github.com/aawen7422-ai/JWST-Progress-Theory>

[3] ### Доступность работы

Препринт на Zenodo: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18314503>

[4] Ruiz et al. The Boötes Void Revisited. MNRAS. 2015.

[5] Pan et al. The Giant Void in COSMOS. ApJ. 2012.

[6] Szapudi et al. Detection of a Supervoid aligned with the Cosmic Microwave Background Cold Spot. MNRAS. 2015.

Благодарности

Автор благодарит команды космических обзоров за открытый доступ к данным и метаданным, использованным в оценках.