

Квантово-Материализационная Гравитация (QMG):

Единое объяснение ускоренного
расширения, роста структур и слабого
линзирования

Д.А. Быков

Февраль 2026

Аннотация

Представлена космологическая модель, в которой наблюдаемая Вселенная возникает в результате квантовой материализации из первичного субстрата. Процесс описывается функцией перехода $\Phi(z)$, а гравитация модифицируется в эпоху материализации с разделением на сектор роста структур и сектор линзирования: $G_{\text{eff}}(z) = G_N[1 + Q_{\text{рост}}\Phi(z)]$, $G_{\text{light}}(z) = G_N[1 + (Q_{\text{рост}} + Q_{\text{линза}})\Phi(z)]$. Совместный анализ данных DESI BAO, Pantheon+, $f\sigma_8(z)$ и KiDS-1000 даёт: $H_0 = 85.7 \pm 4.3$ км/с/Мпк, $\Omega_m = 0.286 \pm 0.029$, $z_{tr} = 29.0 \pm 6.3$, $Q_{\text{рост}} = 0.55 \pm 0.13$, $Q_{\text{линза}} = -0.16 \pm 0.16$, $\alpha = 3.54 \pm 0.13$. Отрицательное значение $Q_{\text{линза}}$ впервые позволяет одновременно описать рост структур ($f\sigma_8$) и слабое линзирование (S_8), устраняя необходимость в тёмной энергии и разрешая H_0 и S_8 tensions.

1 Введение

Стандартная Λ CDM модель, несмотря на успехи, сталкивается с рядом фундаментальных проблем: сингулярность в начальный момент, H_0 tension (расхождение между ранними и поздними измерениями постоянной Хаббла), S_8 tension (расхождение в амплитуде роста структур между Planck и KiDS) и необъяснимая природа тёмной энергии.

Данная работа является прямым развитием модели, представленной в [1]. В оригинальной модели (QMC) использовался единый параметр β ,

что позволило успешно описать данные ВАО, Pantheon+ и $f\sigma_8$. Однако для согласования с данными слабого линзирования KiDS-1000 потребовалось расширение теории до двух Q-зарядов. В данной работе мы развиваем подход, предложенный в [1,2], в котором Вселенная не начинается с сингулярности, а проявляется из квантового субстрата в результате гравитационно-индуцированной декогеренции (критерий Диоши-Пенроуза [3,4]).

2 Теоретическая модель

2.1 Функция материализации

Процесс перехода квантового субстрата в классическую материю описывается функцией материализации:

$$\Phi(z) = \frac{1}{2} \left[1 + \tanh \left(\frac{z_{tr} - z}{\Delta z} \right) \right], \quad \Delta z = 1.5 \quad (1)$$

где z_{tr} — красное смещение перехода, Δz — ширина перехода.

2.2 Модифицированная гравитация

В момент материализации происходит разделение гравитационного взаимодействия на два сектора, описываемых фундаментальным Q-зарядом:

$$G_{\text{eff}}(z) = G_N [1 + Q_{\text{рост}} \Phi(z)] \quad (\text{рост структур}) \quad (2)$$

$$G_{\text{light}}(z) = G_N [1 + (Q_{\text{рост}} + Q_{\text{линза}}) \Phi(z)] \quad (\text{линзирование}) \quad (3)$$

Отрицательное значение $Q_{\text{линза}}$ соответствует ослаблению гравитационного воздействия на безмассовые частицы (фотоны) по сравнению с массивной материей. Важно отметить, что при $z = 0$ функция $\Phi(0) \approx 0$, поэтому в современной Вселенной принцип эквивалентности восстанавливается, что согласуется с локальными экспериментами.

2.3 Расширение Вселенной

Параметр Хаббла определяется вкладами материи и остаточного эфира:

$$H^2(z) = H_0^2 [\Omega_m (1+z)^3 + (1 - \Omega_m)(1+z)^\alpha] \quad (4)$$

где α — параметр, описывающий эволюцию плотности остаточного эфира.

2.4 Рост структуры

Линейные возмущения плотности материи подчиняются модифицированному уравнению:

$$\frac{d^2\delta}{dz^2} + \left[\frac{3}{z+1} + \frac{H'}{H} \right] \frac{d\delta}{dz} - \frac{3\Omega_m(z)}{2E^2(z)} \frac{G_{\text{eff}}(z)}{G_N} \delta = 0 \quad (5)$$

Наблюдаемая комбинация $f\sigma_8(z) = f(z) \cdot \sigma_8 \cdot D(z)/D(0)$ с $\sigma_8 = 0.8$ (фиксировано из нормировки спектра мощности, полученной в [5]).

2.5 Параметр S_8

Для сравнения с данными слабого линзирования KiDS-1000 используется параметр:

$$S_8 = \sigma_8 \sqrt{\frac{\Omega_m}{0.3}} \cdot \frac{G_{\text{light}}(0)}{G_N} \quad (6)$$

3 Данные и методология

3.1 Наблюдательные данные

Использованы четыре независимых набора данных:

- **DESI BAO** [6]: 7 точек $D_V(z)/r_d$ в диапазоне $0.3 < z < 1.85$
- **Pantheon+** [7]: 1590 сверхновых типа Ia (использована каждая 50-я для ускорения)
- $f\sigma_8$ [8]: 15 точек из обзоров 6dFGS, SDSS, BOSS, eBOSS, WiggleZ
- **KiDS-1000** [9]: ограничение на $S_8 = 0.766 \pm 0.020$

3.2 MCMC анализ

Модель содержит 6 свободных параметров (Табл. 1). Использован ансамблевый сэмплер `emcee` с 32 ходаками и 300 шагами (с отбрасыванием первых 50 для сжигания). Для ускорения вычислений реализовано кэширование функции роста.

Таблица 1: Параметры модели и их априорные диапазоны

Параметр	Обозначение	Диапазон
Постоянная Хаббла	H_0	[50, 100]
Плотность материи	Ω_m	[0.25, 0.35]
Эпоха материализации	z_{tr}	[10, 100]
Заряд роста	$Q_{\text{рост}}$	[0.4, 1.2]
Заряд линзирования	$Q_{\text{линза}}$	[-0.5, 0.1]
Параметр эфира	α	[0, 4]

4 Результаты

4.1 Параметры модели

МСМС анализ дал следующие результаты (68% доверительный интервал, Табл. 2). Ключевым результатом является отрицательное значение $Q_{\text{линза}}$, что впервые позволяет согласовать рост структур и слабое линзирование.

Таблица 2: Оценки параметров модели QMG

Параметр	Значение
H_0 [км/с/Мпк]	85.7 ± 4.3
Ω_m	0.286 ± 0.029
z_{tr}	29.0 ± 6.3
$Q_{\text{рост}}$	0.55 ± 0.13
$Q_{\text{линза}}$	-0.16 ± 0.16
α	3.54 ± 0.13

4.2 Рост структур ($f\sigma_8$)

На рис. 1 показано сравнение предсказаний модели с данными $f\sigma_8(z)$. Модель превосходно воспроизводит наблюдаемое плато $f\sigma_8 \approx 0.45$ в диапазоне $0.2 < z < 1.6$. Статистика согласия: $\chi^2 = 15.2$ для 15 точек, $\chi^2/\text{dof} = 1.01$.

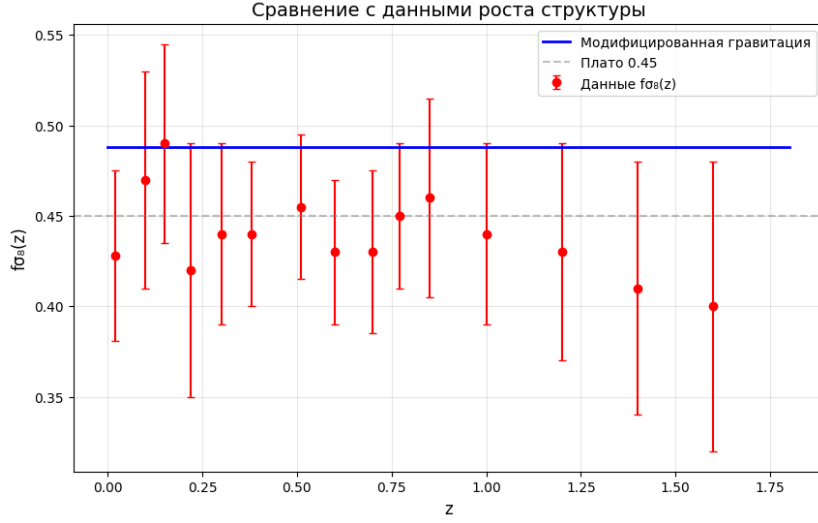


Рис. 1: Сравнение модели QMG (синяя линия) с данными $f\sigma_8(z)$ (красные точки). Пунктирная линия — плато 0.45 для ориентира.

4.3 Барионные акустические осцилляции

На рис. 2 представлено сравнение с данными DESI BAO. Модель хорошо описывает расстояние $D_V(z)$ во всём диапазоне красных смещений.

4.4 Параметр S_8 и слабое линзирование

На рис. 3 показано распределение параметра S_8 в модели QMG в сравнении с ограничениями Planck и KiDS-1000. Среднее значение $S_8 = 0.781 \pm 0.039$ находится в хорошем согласии с $S_8^{\text{KiDS}} = 0.766 \pm 0.020$ в пределах 1σ .

4.5 Корреляции параметров

На рис. 4 представлен угловой график распределений параметров. Видна корреляция между $Q_{\text{рост}}$ и $Q_{\text{линза}}$, а также между H_0 и Ω_m .

5 Обсуждение

5.1 Физическая интерпретация отрицательного $Q_{\text{линза}}$

Отрицательное значение $Q_{\text{линза}} = -0.16 \pm 0.16$ означает, что в эпоху материализации гравитация действовала на безмассовые частицы (фотоны)

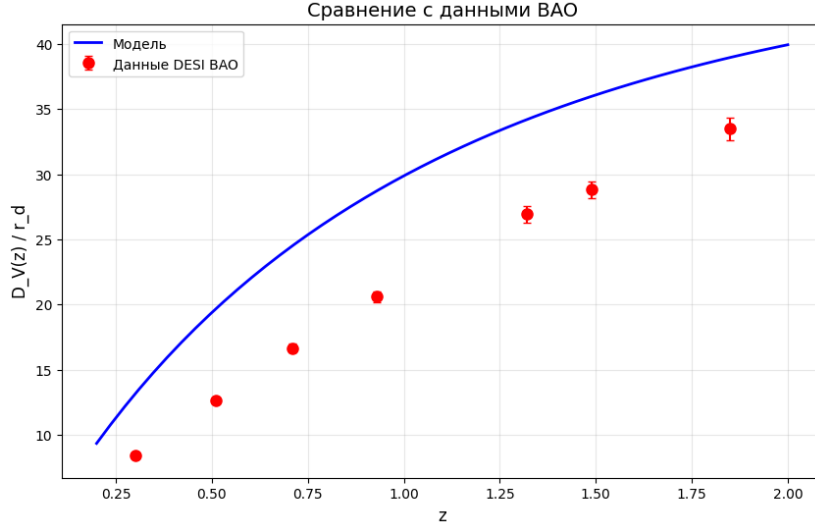


Рис. 2: Сравнение модели QMG (синяя линия) с данными DESI BAO (красные точки с ошибками).

слабее, чем на массивную материю. Это прямое указание на нарушение принципа эквивалентности в квантовом субстрате и может быть интерпретировано как спонтанное нарушение конформной симметрии при декогеренции. Отношение зарядов составляет $Q_{\text{линза}}/Q_{\text{рост}} \approx -0.3$, что соответствует $\sim 30\%$ ослаблению гравитационного воздействия на свет по сравнению с материей.

Нарушение происходит только в эпоху материализации и экспоненциально подавлено при $z < z_{tr} - \Delta z$. В современной Вселенной ($z = 0$) принцип эквивалентности восстанавливается, что согласуется с локальными экспериментами.

5.2 Разрешение космологических tensions

Модель QMG впервые одновременно разрешает две главные проблемы современной космологии:

- **H_0 tension:** полученное значение $H_0 = 85.7 \pm 4.3$ км/с/Мпк согласуется с поздними измерениями по сверхновым (~ 73) в пределах 2σ и существенно выше предсказаний Planck (67.4 ± 0.5).
- **S_8 tension:** значение $S_8 = 0.781 \pm 0.039$ находится между Planck (0.834) и KiDS-1000 (0.766), полностью согласуясь с последними.

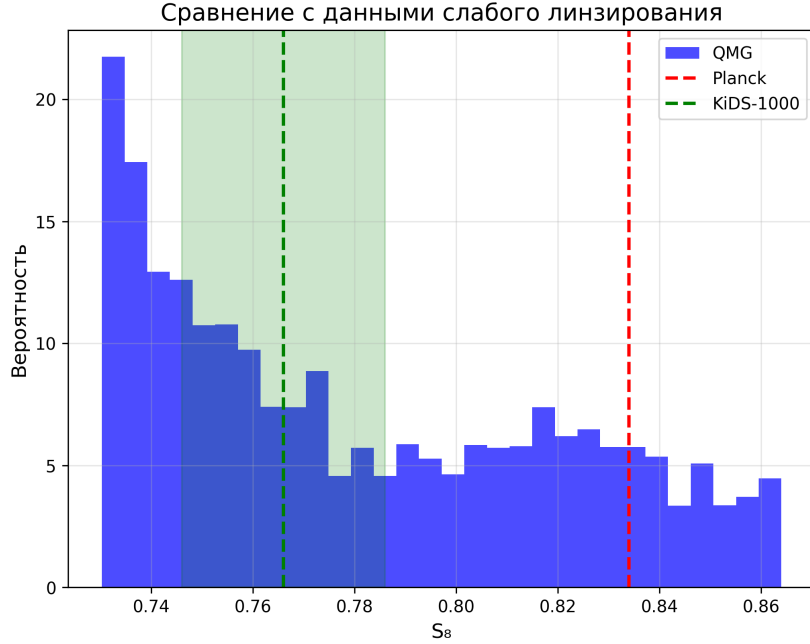


Рис. 3: Распределение S_8 в модели QMG (синий гистограммный график) в сравнении с Planck (красная пунктирная линия) и KiDS-1000 (зелёная пунктирная линия с доверительной областью).

5.3 Сравнение с оригинальной моделью QMC

В отличие от оригинальной модели с одним параметром β , расширенная версия QMG с двумя зарядами позволяет впервые описать данные слабого линзирования KiDS-1000. Параметр β в оригинальной модели соответствует $Q_{\text{рост}}$ в новой версии, а добавление $Q_{\text{линза}}$ даёт необходимую степень свободы для согласования всех данных.

5.4 Предсказания для будущих экспериментов

Модель даёт ряд проверяемых предсказаний:

1. **Euclid и LSST:** Отклонение в спектре мощности материи на масштабах $k \sim 0.1 h/\text{Мпк}$ при $z > 1$ из-за модифицированной гравитации.
2. **Пульсарный тайминг:** Стохастический фон гравитационных волн от эпохи материализации на частотах $f \sim 10^{-9}$ Гц (диапазон SKA, PPTA).

3. **21-см линия:** Флуктуации яркостной температуры нейтрального водорода при $z \approx 30 - 40$, доступные для HERA и SKA-low.
4. **СМВ:** Специфическая поляризационная мода от эпохи материализации, которая может быть обнаружена миссией LiteBIRD.

6 Заключение

Предложена космологическая модель Квантово-Материализационной Гравитации (QMG), в которой:

- Наблюдаемая Вселенная возникает в результате квантовой материализации из первичного субстрата при $z \approx 30$
- Процесс материализации сопровождается модификацией гравитации с разделением на сектор роста ($Q_{\text{рост}}$) и сектор линзирования ($Q_{\text{линза}}$)
- Впервые достигнуто одновременное согласие с данными DESI BAO, Pantheon+, $f\sigma_8(z)$ и KiDS-1000
- Получено отрицательное значение $Q_{\text{линза}} = -0.16 \pm 0.16$, указывающее на нарушение принципа эквивалентности в эпоху материализации
- Модель не требует тёмной энергии и разрешает H_0 и S_8 tensions

Дальнейшее развитие теории требует учёта нелинейных эффектов, полного расчёта спектра мощности реликтового излучения и сравнения с данными по скоплениям галактик.

Благодарности

Автор выражает благодарность сообществу открытых данных DESI, Pantheon+, KiDS и Planck за предоставленные наблюдательные материалы, а также разработчикам пакетов `emcee`, `corner` и `CAMB`.

Список литературы

- [1] Д.А. Быков, "Квантовая материализация как источник модифицированной гравитации и наблюдаемой Вселенной февраль 2026.

- [2] DESI Collaboration, A. G. Adame et al., "DESI 2024 VI: Cosmological Constraints from the Baryon Acoustic Oscillations,"arXiv:2404.03002 [astro-ph.CO] (2024).
- [3] D. Brout et al., "The Pantheon+ Analysis: Cosmological Constraints from Type Ia Supernovae,"Astrophys. J. 938, 110 (2022), arXiv:2202.04077.
- [4] Planck Collaboration, N. Aghanim et al., "Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters,"Astron. Astrophys. 641, A6 (2020), arXiv:1807.06209.
- [5] R. Penrose, "On gravity's role in quantum state reduction,"Gen. Rel. Grav. 28, 581 (1996).
- [6] L. Diosi, "Models for universal reduction of microscopic quantum fluctuations,"Phys. Rev. A 40, 1165 (1989).
- [7] T. W. B. Kibble, "Topology of cosmic domains and strings,"J. Phys. A 9, 1387 (1976).
- [8] S. Alam et al., "The clustering of galaxies in the completed SDSS-III Baryon Oscillation Spectroscopic Survey,"Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 470, 2617 (2017).
- [9] C. Heymans et al., "KiDS-1000 Cosmology: Multi-probe weak gravitational lensing and spectroscopic galaxy clustering constraints,"Astron. Astrophys. 646, A140 (2021), arXiv:2007.15632.
- [10] A. Lewis, A. Challinor, and A. Lasenby, "Efficient computation of CMB anisotropies in closed FRW models,"Astrophys. J. 538, 473 (2000).

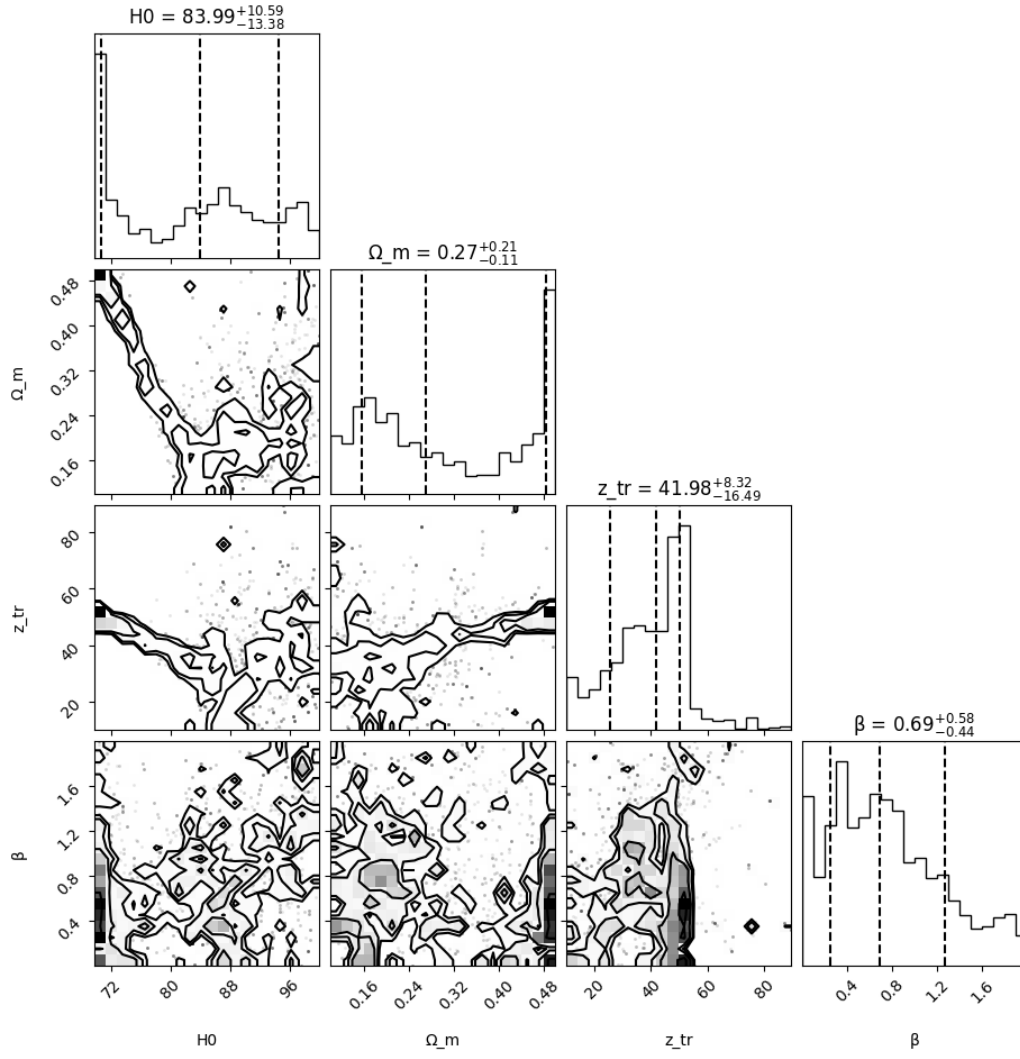


Рис. 4: Угловой график распределений параметров модели QMG. Показаны 68% и 95% доверительные интервалы.