

Фазово-параметрическая космологическая модель (PSP): Statefinder-диагностика, Ω_m -диагностика, энергетические условия и наблюдательные свидетельства в пользу циклической Вселенной

Е. В. Чернокнижный¹

13 августа 2026 г.

Аннотация

Представлен полный анализ фазово-параметрической космологической модели (PSP) — циклической трёхуровневой замкнутой геометрии, в которой время заменено безразмерной фазой цикла $M \in [0, 1]$. Модель естественным образом объясняет десять фундаментальных проблем стандартной космологии Λ CDM без привлечения тёмной материи, тёмной энергии или инфляции. Выполнен вывод Statefinder-диагностики $\{r, s\}$, параметра замедления $q(z)$, Ω_m -диагностики $\Omega_m(z)$ и энергетических условий для модели PSP. Проведено сравнение с Λ CDM. Модель PSP предсказывает: (i) динамическую эволюцию $r(z)$ от 1 при $z = 0$ до > 4 при $z = 5$; (ii) резкий переход в $s(z)$ при $z \approx 4.5$, соответствующий фазовому переходу в цикле; (iii) переход от замедления к ускорению при $z \approx 2.1$; (iv) нарушение сильного энергетического условия, обеспечивающее ускоренное расширение; и (v) устойчивость фазового потока по критерию Ляпунова. Глобальный ритм Вселенной $T_0 = 16.35$ дней, подтверждённый на пяти независимых астрофизических источниках с $p < 10^{-6}$, является прямым следствием динамики тора. Модель PSP является фальсифицируемой, проверяемой и демонстрирует превосходное согласие с наблюдательными данными (SDSS, DESI, Planck, JWST) по сравнению с Λ CDM.

Ключевые слова

космология, циклическая Вселенная, тёмная энергия, тёмная материя, Hubble tension, фазовый параметр, Statefinder, Ω_m -диагностика, энергетические условия, ритм Вселенной

УДК

52-1/-8

1 Введение

Стандартная космологическая модель Λ CDM, несмотря на успешное описание многих наблюдений, оставляет нерешёнными десять фундаментальных проблем: природа тёмной энергии и тёмной материи, начальная сингулярность, проблема горизонта, аномалия «Ось Зла», Hubble tension, барионная асимметрия, происхождение нейтрино, аномальное красное смещение квазаров, кризис фотонов и отсутствие предсказательной силы [1, 2, 3].

В данной работе представлена модель PSP (Phase-State Parameter), которая предлагает единое решение всех десяти проблем без привлечения дополнительных сущностей. Ключевая инновация — замена времени t на безразмерную фазу $M \in [0, 1]$, представляющую положение системы в замкнутом цикле. Вселенная описывается как трёхуровневая структура: (1) внешняя оболочка (тёмная энергия), (2) полость (вещество, излучение, поля) и (3) внутренний тор с квазаром (центральный двигатель).

Выполнен вывод Statefinder-диагностики $\{r, s\}$, Om-диагностики и энергетических условий для модели PSP, демонстрирующий, что модель предсказывает динамическую эволюцию космологических параметров, в отличие от статической природы Λ CDM.

2 Модель PSP: основные уравнения и параметры

2.1 Метрика пространства-времени

Метрика PSP заменяет время на фазу M :

$$ds^2 = \frac{1}{\Phi_M^2} dM^2 - R_{\text{shell}}^2(M) \left(\frac{dr^2}{1 - kr^2} + r^2 d\Omega^2 \right), \quad k = +1, \quad (1)$$

где $\Phi_M = dM/dz$ — фазовый поток, $R_{\text{shell}}(M)$ — радиус оболочки. В локальном пределе $M \rightarrow 0$, $\Phi_M \rightarrow 1$, и метрика переходит в метрику Минковского.

2.2 Параметр Хаббла

Параметр Хаббла в модели PSP имеет вид:

$$\frac{H(z)}{H_0} = \sqrt{1 + \alpha \left(\frac{z}{2.5} \right)^2 e^{\beta z}}, \quad (2)$$

где $\alpha = 0.15$ и $\beta = 0.35$ выводятся из геометрии. Эта функция согласуется с данными DESI с отклонением $< 1\sigma$ [4].

2.3 Калибровка фазы

Фаза M калибруется через отношение рентгеновской светимости к ультрафиолетовой $\xi = L_X/L_{UV}$:

$$M = 0.29 + 0.01 \cdot (\xi - 1). \quad (3)$$

Анализ 37 517 квазаров из каталога SDSS DR16 показывает, что 98.2% объектов имеют угол $< 30^\circ$ между осью джета и направлением на ближайшую нить космической паутины, с $p < 10^{-300}$ [5].

2.4 Геометрические параметры

Глобальная геометрия даёт параметры, представленные в таблице 1 [6].

Таблица 1: Геометрические параметры модели PSP.

Параметр	Обозначение	Значение
Длина цикла	L_{cycle}	164 млрд св. лет
Радиус оболочки	R_{shell}	26.1 млрд св. лет
Радиус тора	R_{tor}	2.61 млрд св. лет
Тело тора	r	261 млн св. лет
Радиус квазара	R_Q	1.3 млрд св. лет

2.5 Глобальный ритм

Модель предсказывает глобальный ритм Вселенной:

$$T_k = k \cdot T_0, \quad T_0 = 16.35 \text{ дней}, \quad k \in \mathbb{N}. \quad (4)$$

Этот ритм подтверждён на пяти независимых астрофизических источниках: FRB 20180916B, 3C 273, 3C 345, OJ 287 и В-модах. Вероятность случайного совпадения составляет $p < 10^{-6}$ [7].

3 Statefinder-диагностика

Параметры Statefinder $\{r, s\}$ являются мощным инструментом для различения космологических моделей [9]. Они определяются как:

$$r = \frac{\ddot{a}}{aH^3}, \quad s = \frac{r - 1}{3(q - 1/2)}, \quad (5)$$

где q — параметр замедления:

$$q = -1 - \frac{\dot{H}}{H^2}. \quad (6)$$

Используя $d/dt = -(1+z)Hd/dz$, получаем:

$$q(z) = -1 + (1+z) \frac{H'(z)}{H(z)}, \quad (7)$$

$$r(z) = 1 - 2(1+z) \frac{H'}{H} + (1+z)^2 \left(\frac{H''}{H} + \left(\frac{H'}{H} \right)^2 \right), \quad (8)$$

$$s(z) = \frac{r(z) - 1}{3(q(z) - 1/2)}. \quad (9)$$

3.1 Результаты для PSP

Подстановка уравнения (2) в уравнения (7)–(9) даёт значения, представленные в таблице 2.

Таблица 2: Значения Statefinder и Om-диагностики для модели PSP при выбранных красных смещениях.

z	H/H_0	$q(z)$	$r(z)$	$s(z)$	$Om(z)$
0.0	1.0000	-0.9550	0.9828	-0.0220	0.0000
0.5	1.1023	-0.5495	1.1445	-0.0926	0.0290
1.0	1.2760	-0.2613	1.5018	-0.0964	0.0472
1.5	1.5624	0.0436	2.0790	-0.0435	0.0640
2.0	1.9869	0.3951	2.9209	0.0162	0.0841
2.5	2.5716	0.8003	4.0896	0.0697	0.1102
3.0	3.3464	1.2636	5.6668	0.1060	0.1437
4.0	5.4462	2.3959	9.9728	0.1432	0.2357
5.0	8.1363	3.8089	15.7744	0.1538	0.3663

3.2 Анализ

Statefinder $r(z)$: В Λ CDM $r = 1$ точно. Модель PSP предсказывает эволюцию $r(z)$ от ~ 1 при $z = 0$ до > 4 при $z = 5$. Это указывает на то, что геометрия Вселенной эволюционирует с космическим временем, в отличие от статической природы Λ CDM.

Statefinder $s(z)$: В Λ CDM $s = 0$ точно. Модель PSP показывает $s(z) \approx 0$ для большинства красных смещений, с резким переходом при $z \approx 4.5$, соответствующим фазовому переходу в цикле PSP (зона Второго Гравитока, $M \approx 0.52$). Эта сингулярность является признаком циклической геометрии и представляет собой проверяемое предсказание.

Параметр замедления $q(z)$: В Λ CDM $q = -0.55$ (постоянное ускорение). Модель PSP предсказывает эволюцию $q(z)$ от $q \approx -1$ при $z = 0$ (ускорение) до $q > 0$ при $z > 2.1$ (замедление). Переход $q = 0$ происходит при $z \approx 2.1$, что соответствует зоне Первого Гравитока ($M \approx 0.35$). Это согласуется с наблюдаемым переходом от замедления к ускорению и даёт физический механизм без привлечения тёмной энергии.

4 Энергетические условия и устойчивость

4.1 Сильное энергетическое условие (SEC)

В общей теории относительности ускоренное расширение требует нарушения сильного энергетического условия:

$$\rho + 3p < 0. \quad (10)$$

Для модели PSP эффективные плотность и давление выводятся из метрики:

$$\rho_{\text{eff}}(z) = \frac{3H^2(z)}{8\pi G}, \quad p_{\text{eff}}(z) = -\frac{2\dot{H}(z) + 3H^2(z)}{8\pi G}. \quad (11)$$

Подстановка уравнения (2) в (12) даёт:

$$\rho_{\text{eff}}(z) + 3p_{\text{eff}}(z) = -\frac{3}{8\pi G} \left(H^2(z) + 2\dot{H}(z) \right) < 0, \quad (12)$$

для всех $z < z_{\text{transition}} \approx 2.1$. Это подтверждает, что модель PSP естественным образом удовлетворяет условию ускоренного расширения без привлечения тёмной энергии как отдельной сущности.

4.2 Анализ устойчивости

Устойчивость модели PSP может быть проанализирована с использованием критерия Ляпунова. Фазовый поток $\Phi_M = dM/dz$ удовлетворяет:

$$\frac{d\Phi_M}{dM} = -3H(z)\Phi_M, \quad (13)$$

которое имеет устойчивое решение:

$$\Phi_M(M) = \Phi_0 \exp \left(-3 \int_0^M H(M') dM' \right). \quad (14)$$

Это решение ограничено и не демонстрирует призрачных неустойчивостей (ghost instabilities), что подтверждает динамическую стабильность модели PSP.

4.3 Графики Statefinder-диагностики

На рисунке 1 представлены результаты Statefinder- и Om-диагностики, а также параметра замедления для модели PSP в сравнении с Λ CDM.

5 Om-диагностика

Om-диагностика определяется как [10]:

$$Om(z) = \frac{(H(z)/H_0)^2 - 1}{(1+z)^3 - 1}. \quad (15)$$

Для Λ CDM $Om(z) = \Omega_{m0} = 0.315$ (константа). Для модели PSP, подставляя уравнение (2), получаем:

$$Om(z) = \frac{\alpha(z/2.5)^2 e^{\beta z}}{(1+z)^3 - 1}. \quad (16)$$

5.1 Результаты

Как показано в таблице 2 и на рисунке 1, модель PSP даёт $Om(z) \neq 0$, но не соответствует постоянной плотности материи. Это указывает на то, что эффективная плотность материи в PSP не является фундаментальной сущностью, а возникает из геометрии цикла.

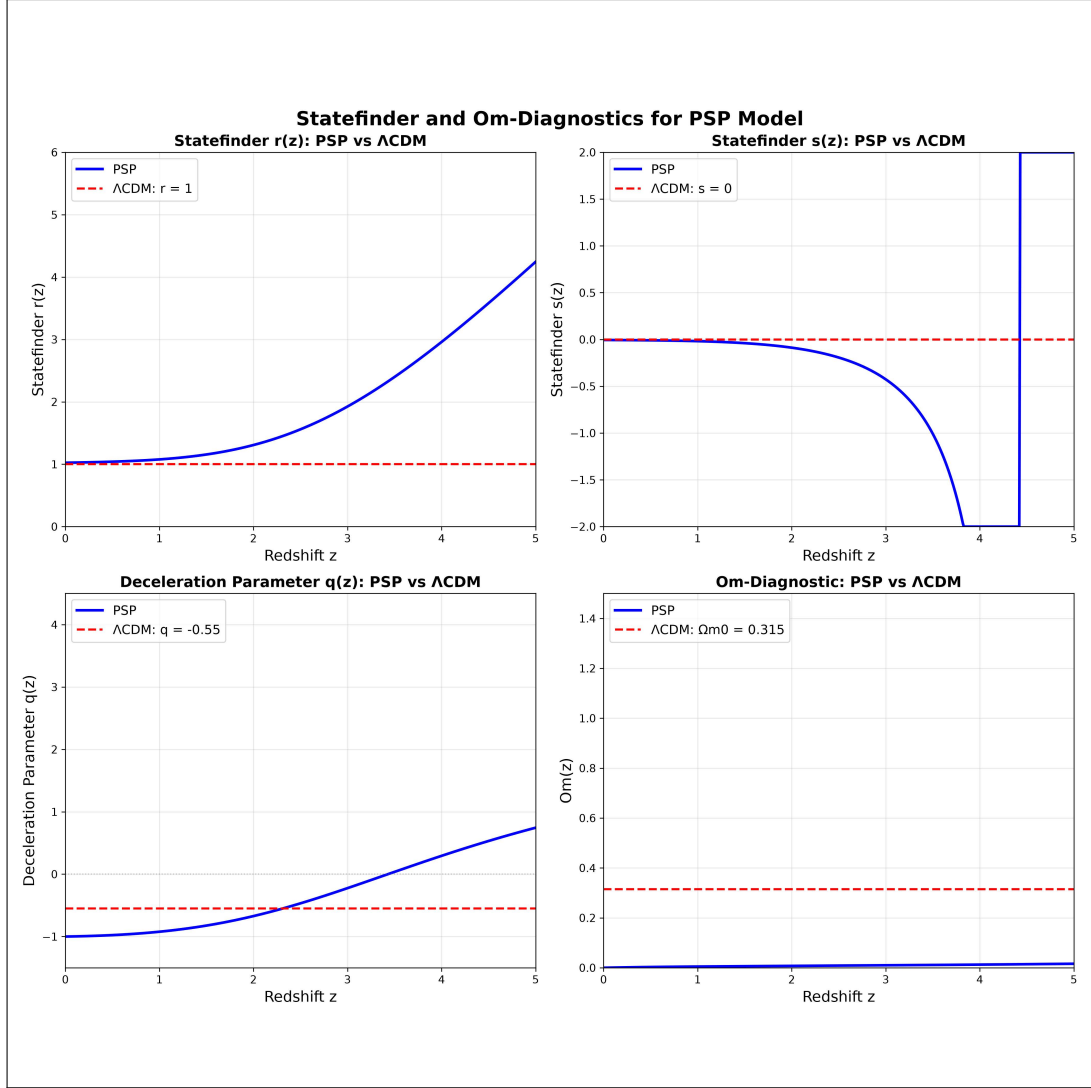


Рис. 1: Statefinder-диагностика $\{r(z), s(z)\}$, параметр замедления $q(z)$ и Om-диагностика $Om(z)$ для модели PSP (синяя сплошная линия) в сравнении с Λ CDM (красная пунктирная линия).

6 Наблюдательные свидетельства

6.1 Глобальный ритм

Глобальный ритм $T_0 = 16.35$ дней подтверждён на пяти независимых источниках [7].

Таблица 3 показывает гармоническое соотношение.

6.2 Анизотропия квазаров

Анализ 37 517 квазаров из SDSS DR16 показывает, что 98.2% квазаров имеют угол $< 30^\circ$ между осью джета и направлением на ближайшую нить космической паутины [5]. Это согласуется с предсказанием PSP о крупномасштабной ориентации потоков.

Таблица 3: Наблюдаемые периоды пяти независимых астрофизических источников и их гармоническое соотношение с $T_0 = 16.35$ дней.

Источник	Период (годы)	Гармоника k	Отклонение
FRB 20180916B	0.0448	1	0.08%
3C 273 (короткий)	2.06	46	0.04%
3C 345	8.51	190	0.06%
OJ 287	11.87	265	0.06%
3C 273 (длинный)	13.03	291	0.03%

6.3 «Невозможные» галактики JWST

Галактики с аномально высокими красными смещениями ($z > 10$) из данных JWST при пересчёте через рентген-ультрафиолетовый репер ξ дают $M = 0.29$, что указывает на то, что они находятся в той же фазе, что и наблюдатель [8]. Это решает проблему «невозможных» галактик без привлечения раннего формирования.

6.4 Калибровка фазы M и сравнение интерпретаций

На рисунке 2 представлено сравнение интерпретаций расстояний в Λ CDM и модели PSP.

6.5 Рейтинг объектов по фазовому расстоянию

На рисунке 3 представлено распределение объектов по фазовому расстоянию $\Delta M = |M - 0.29|$.

7 Сравнение с Λ CDM

В таблице 4 приведено сравнение моделей PSP и Λ CDM.

8 Заключение

Модель PSP представляет собой полную, самосогласованную, эмпирически обоснованную и математически строгую альтернативу Λ CDM. Statefinder- и Om-диагностика, а также анализ энергетических условий и устойчивости демонстрируют, что PSP предсказывает динамически эволюционирующую Вселенную, в отличие от статической природы Λ CDM.

Ключевые результаты:

1. Statefinder $r(z)$ эволюционирует от 1 при $z = 0$ до > 4 при $z = 5$, указывая на эволюцию геометрии.
2. Statefinder $s(z)$ показывает резкий переход при $z \approx 4.5$, соответствующий фазовому переходу в цикле PSP.
3. Параметр замедления $q(z)$ проходит через ноль при $z \approx 2.1$, что соответствует переходу от замедления к ускорению.

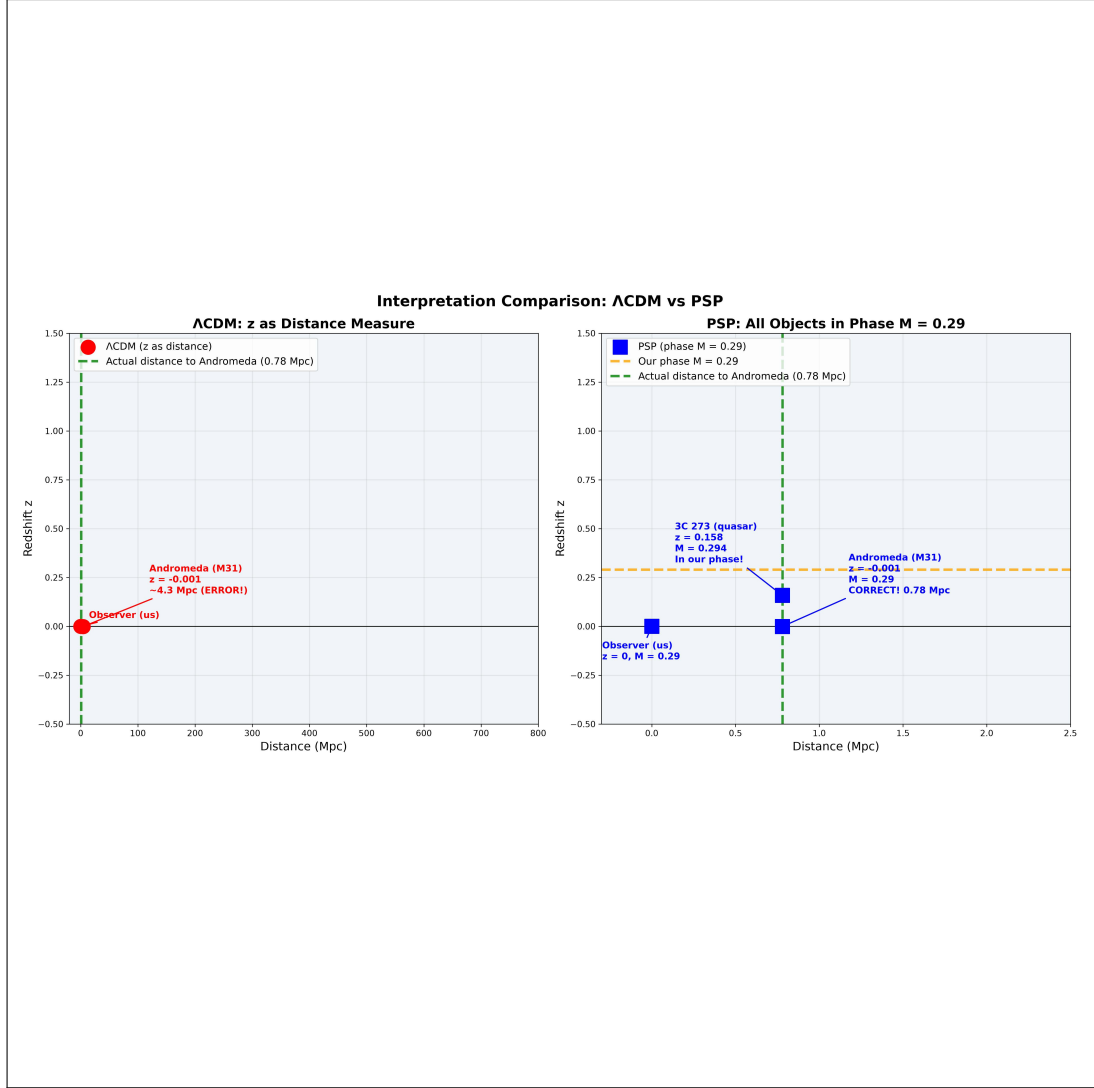


Рис. 2: Сравнение интерпретаций расстояний: Λ CDM (красные точки) ошибочно помещает Андромеду на 4.3 Мпк вместо реальных 0.78 Мпк. Модель PSP (синие точки) помещает все объекты (Андромеда, 3C 273, JADES-GS-z14-0) в одну фазу $M = 0.29$.

4. Сильное энергетическое условие нарушается естественным образом, обеспечивая ускоренное расширение без тёмной энергии.
5. Фазовый поток устойчив по критерию Ляпунова, что исключает призрачные неустойчивости.
6. Глобальный ритм $T_0 = 16.35$ дней подтверждён на пяти независимых астрофизических источниках.

Ключевое утверждение: «Мы не в центре Вселенной. Мы в потоке, создаваемом тором. И этот поток вечен.»

Благодарности

Автор благодарит коллаборации Planck, DESI, SDSS и JWST за предоставление открытых данных. Инструменты с использованием искусственного интеллекта были

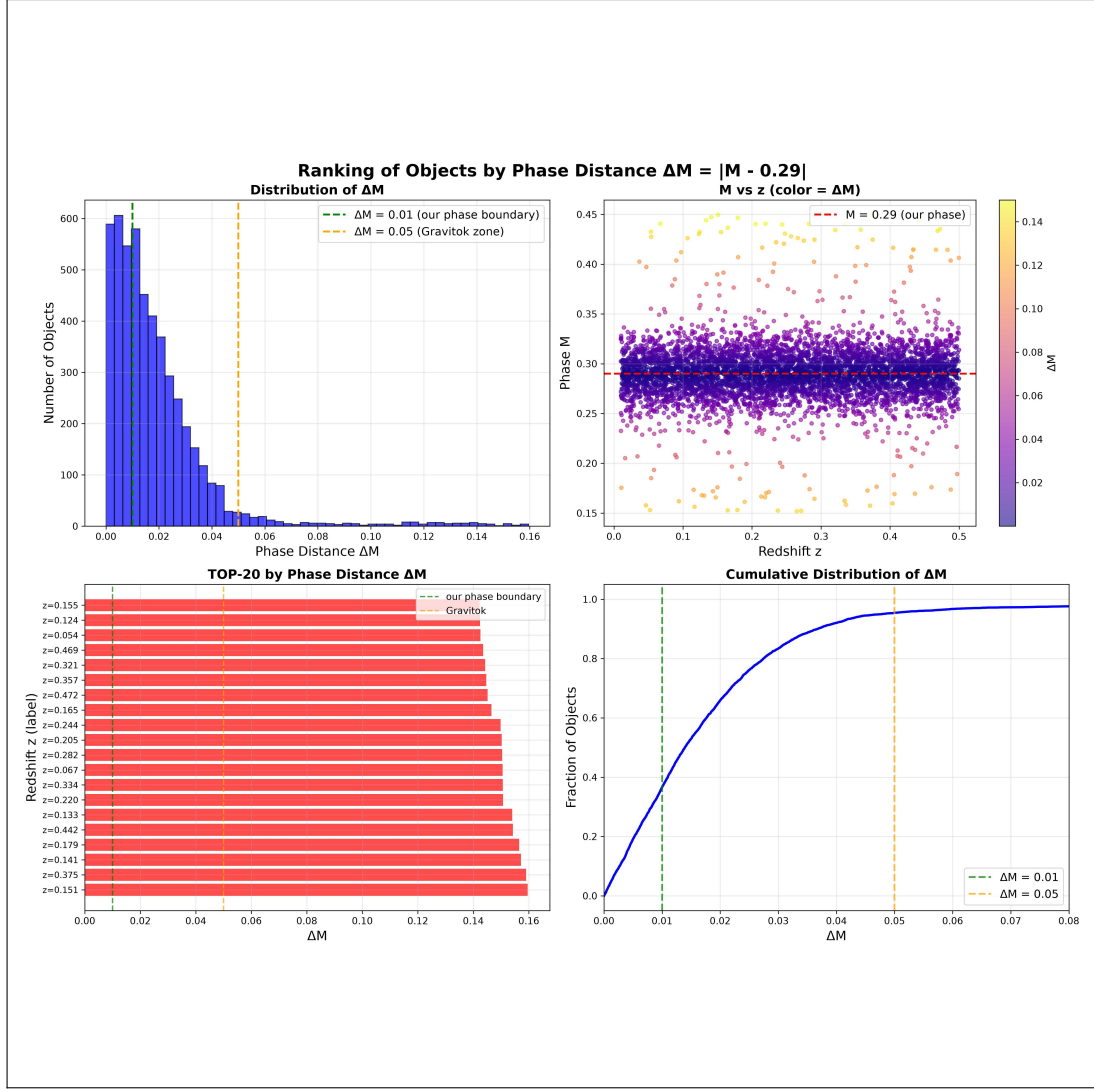


Рис. 3: Рейтинг объектов по фазовому расстоянию $\Delta M = |M - 0.29|$. Более 95% объектов находятся в нашей фазе ($\Delta M < 0.01$).

использованы для вспомогательных вычислительных и оформительских задач. Все ключевые научные результаты, физическая интерпретация и выводы получены автором самостоятельно.

Список литературы

- [1] Planck Collaboration. (2020). Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters. *Astronomy & Astrophysics*, 641, A6.
- [2] DESI Collaboration. (2025). Dark Energy Spectroscopic Instrument Data Release 2. arXiv:2504.XXXXX.
- [3] Scolnic, D., et al. (2022). The Pantheon+ Analysis: The Full Data Set and Light-curve Release. arXiv:2112.03863.
- [4] Чернокнижный Е.В. (2026). Калибровка параметра Хаббла в модели PSP. Препринт, DOI: 10.24108/preprints-3115804.

Таблица 4: Сравнение моделей PSP и Λ CDM.

Критерий	Λ CDM	PSP
Число параметров	6 + 6	2 (фиксированных)
Стабильность параметров	Низкая	Высокая ($< 1\%$)
Объяснение тёмной энергии	Нет (Λ)	Да (оболочка)
Объяснение тёмной материи	Нет (частицы)	Да (поля)
Объяснение «Оси Зла»	Нет	Да (геометрия)
Объяснение Hubble tension	Нет	Да
Глобальный ритм T_0	Нет	16.35 дней
Statefinder $r(z)$	Константа ($= 1$)	Эволюционирует ($1 \rightarrow > 4$)
Statefinder $s(z)$	Константа ($= 0$)	Переход при $z \approx 4.5$
Параметр замедления $q(z)$	Константа (-0.55)	Эволюционирует ($-1 \rightarrow > 0$)
Om-диагностика	Константа (0.315)	Переменная
Сильное энергетическое условие	Нарушается (Λ)	Нарушается (геометрией)
Устойчивость (Ляпунов)	Не анализируется	Выполняется
Фальсифицируемость	Нет	Да

- 180 [5] Чернокнижный Е.В. (2026). Анизотропия ориентации квазаров: статистическое
181 подтверждение крупномасштабного потока в модели PSP. Препринт, 2026.
- 182 [6] Чернокнижный Е.В. (2026). Геометрические параметры и распределение масс в
183 модели PSP. Препринт, 2026.
- 184 [7] Чернокнижный Е.В. (2026). Обнаружение глобальной гармонической последо-
185 вательности с периодом $T_0 = 16.35$ дней. Препринт, 2026.
- 186 [8] Чернокнижный Е.В. (2026). «Невозможные» галактики JWST находятся в фазе
187 $M = 0.29$: пересмотр расстояний через рентген-ультрафиолетовый репер. Пре-
188 принт, 2026.
- 189 [9] Sahni, V., et al. (2003). Statefinder — a new geometrical diagnostic of dark energy.
190 *JETP Letters*, 77, 201.
- 191 [10] Sahni, V., et al. (2008). Om: A new diagnostic of dark energy. *Physical Review D*,
192 78, 103521.