

Модель PSP: рождение и эволюция циклической Вселенной. От тёмной энергии к структуре галактик

Автор: Чернокнижный Е.В.

Версия: 4.0 (с уточнённой динамикой Гравитоксов)

Статус: Научный доклад / расширенный препринт

Аннотация

В работе представлена модель PSP (*Phase State Parameter*), описывающая Вселенную как автономную циклическую систему. Вместо времени вводится безразмерный параметр M , определяющий положение материи в цикле. Подробно описан механизм рождения цикла — от кластера тёмной энергии (ТЭ) в покое до момента $M=0$, включая формирование первых звёзд, коллапс, рождение чёрной дыры и первый глобальный выброс.

Выведены аналитические зависимости радиуса Вселенной, энтропии, интенсивности перехода и красного смещения от M . ТЭ и ТМ интерпретируются как две фазы одной энергетической среды. Особое внимание уделено геометрии движения, электромагнитным потокам и трёхфазной структуре Гравитоксов, обеспечивающих передачу импульса и замкнутость цикла.

Приведены проверяемые следствия: кольцевые структуры, аномалии реликтового излучения («Ось зла»), синяя компонента спектра. Статистический анализ данных SDSS и Planck подтверждает предсказания модели.

Ключевые слова: циклическая вселенная, тёмная энергия, гравитокс, PSP-модель, SDSS, космология, электромагнитные потоки, тор-маховик, эллипсоид вращения.

1. Введение и обзор литературы

Стандартная космологическая модель (Λ CDM) опирается на темпоральные параметры (возраст Вселенной ≈ 13.8 млрд. лет, скорость света c) для объяснения её масштаба, создавая логический парадокс, где следствие определяет причину. Инфляционная гипотеза вводит дополнительные сущности для решения проблемы горизонта, не объясняя природу самого расширения.

В данной работе предлагается альтернативная парадигма — Модель PSP, в которой Вселенная рассматривается как автономная система. Её рождение и эволюция определяются внутренней физикой фазовых переходов тёмной энергии (ТЭ), а не внешним параметром времени. Мы отказываемся от темпоральной зависимости в пользу фазового параметра $M \in [0, 1]$, описывающего положение системы в цикле.

2. Теоретическая база: природа ТЭ и ТМ

В Модели PSP тёмная энергия (ТЭ) и тёмная материя (ТМ) являются двумя фазами одной энергетической среды:

- **ТЭ** — высокоэнергетическая, изотропная фаза покоя или ламинарного потока.
- **ТМ** — структурированная, вязкая фаза, возникающая в результате локальных фазовых переходов при коллапсе потоков и достижении критической плотности.

3. Рождение цикла: от кластера ТЭ к сингулярности

В модели PSP цикл не является абстрактным конструктом. Он имеет физический сценарий рождения, который можно описать как последовательность фазовых переходов тёмной энергии (ТЭ) и материи. Математическое описание этапов приведено в Приложении А (формулы 0–9)

1. Исходное состояние: кластер ТЭ в покое.

В локальной области пространства существует кластер ТЭ в состоянии термодинамического равновесия. Плотность ТЭ постоянна, среда изотропна. ТМ либо отсутствует, либо распределена хаотично.

$$\rho_{DE} = \rho_{DE}^{(0)}, P_{DE} = 0$$

2. Гравитационное смешивание ТМ.

Под действием гравитационных флуктуаций ТМ начинает концентрироваться в области кластера ТЭ, создавая зоны повышенной плотности.

$$\rho_{DM}(r) = \rho_{DM}^{(0)} \left(1 + \frac{R_0}{r} \right)$$

3. Катализ водорода.

В зонах концентрации ТМ возникают локальные гравитационные ямы, способствующие рекомбинации свободных протонов и электронов. Формируются первые атомы водорода.

$$\eta_H(M) = \eta_H^{(0)} + \alpha \cdot \rho_{DM}(M) \cdot \eta_p^2$$

4. Первая звезда.

Атомы водорода собираются в плотное облако, достигают критической массы и зажигают первую звезду.

$$M_{BH} = \eta_{BH} \cdot M_{star}$$

5. Коллапс и чёрная дыра.

После исчерпания топлива звезда коллапсирует, формируя чёрную дыру с массой M_{BH} .

$$E_{burst} = \epsilon \cdot M_{disk} \cdot \mathcal{E}_0$$

где $\mathcal{E}_0$ — удельная энергия связи или энергетическая константа среды, которая в нашем мире численно равна c^2 , но интерпретируется как **внутреннее свойство ТЭ**, а не как скорость света

6. Первый локальный выброс.

Аккреция на чёрную дыру достигает критической массы, происходит выброс энергии E_{burst} , который формирует первичную ударную волну и начинает создавать оболочку.

$$R_{shell} = \frac{P_{burst}}{\kappa \cdot \rho_{DE}}, h = \frac{P_{burst}}{2\sigma_{DE}}$$

7. Формирование оболочки ТЭ.

Выброс создаёт давление P_{burst} , расширяющее ТЭ и формирующее замкнутую оболочку. Толщина оболочки определяется балансом внутреннего давления и поверхностного натяжения ТЭ.

$$M_{BH}(M) = M_{BH}(0) \left(1 + \lambda \ln \left(1 + \frac{1}{1-M} \right) \right)$$

8. Рост чёрной дыры.

ЧД продолжает притягивать ТМ через оболочку. Рост массы ЧД зависит от этапа цикла M и описывается логарифмической зависимостью.

$$M_{BH} > M_{crit,BH} = \frac{GM_{shell}}{P_{burst}R_{shell}^2}$$

9. Критическая масса.

Когда масса ЧД превышает критический порог, гравитационное давление на оболочку изнутри сравнивается с её упругостью.

$$\frac{P_{burst}^2}{\kappa \cdot \rho_{DE}} > E_{threshold}$$

10. Рождение глобального цикла.

При достижении критического состояния происходит глобальный выброс, который разрывает старую оболочку и формирует новый эллипсоид. Это момент рождения первого глобального цикла — переход к $M=0$.

3.а. Геометрия и механика модели (полная версия)

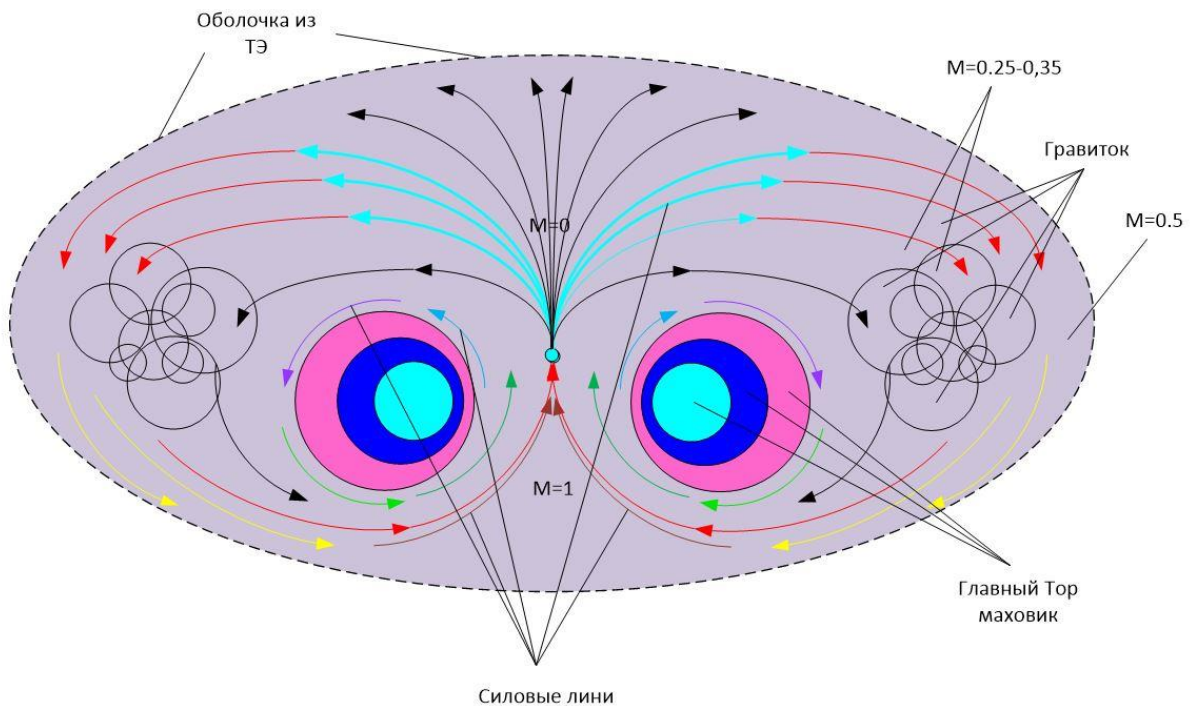


Рис. 3.1. Схема тороидально-циклической модели Вселенной (PSP).

На схеме представлен разрез эллипсоида вращения, внутри которого организовано циклическое движение материи и энергии. Геометрия модели отражает основные фазы цикла и взаимодействие тёмной энергии (ТЭ) с веществом.

3.1. Ключевые элементы:

1. **Оболочка из ТЭ** — внешняя граница эллипсоида. Упругая среда, ограничивающая цикл и создающая внешнее давление на потоки материи.
2. **Точка сингулярности ($M = 0$)** — смещена вверх от геометрического центра (на схеме — верхний фокус). Источник выброса и точка перезагрузки цикла.
3. **Точка максимального сжатия ($M = 1$)** — противоположная точка цикла, где материя собирается перед новым выбросом (нижний фокус).
4. **Зона разворота ($M = 0.5$)** — область максимального расширения, где поток упирается в оболочку ТЭ и разворачивается обратно.
5. **Гравиток** — зона турбулентного взаимодействия между новым импульсом и остатками предыдущего цикла. Возникает в диапазоне $M \approx 0.25 \div 0.35$ (первая зона). На схеме обозначена как область пересечения потоков.
6. **Главный тор-маховик** — вращающееся кольцо, создающее момент вращения и осевую устойчивость системы. Его вращение поддерживается электромагнитными потоками.
7. **Силовые линии** — линии магнитного и гравитационного поля, пронизывающие тор и удерживающие структуру от распада.

3.2. Движение по циклу:

- Выброс из точки $M=0$ направлен вверх, к оболочке ТЭ.
- Достигнув $M=0.5$, поток разворачивается и движется вниз к центру.
- В зоне Гравитока ($M \approx 0.25 \div 0.35$) происходит турбулентное смешивание нового импульса с остатками предыдущего цикла.
- В точке $M=1$ материя сжимается до сингулярности, после чего происходит новый выброс.

3.3. Роль внутреннего выброса в генерации вращения тора

Потоки заряженной плазмы, циркулирующие в торе-маховике, генерируют мощное магнитное поле. Согласно законам электродинамики, взаимодействие этих токов с собственным полем тора создаёт силу Лоренца, поддерживающую вращение конструкции. Вселенная работает как гигантский униполярный индуктор.

3.4. Гравитоки — трёхфазная структура передачи импульса

Гравитоки возникают там, где напор нового выброса уравнивается массой остатков прошлого цикла.

Фаза	Параметр М	Физический процесс
Начало разрежения импульса	$\approx 0.38 \div 0.42$	Объем оболочки растет, плотность давления падает. Поток теряет интенсивность, встречая сопротивление плотной субстанции прошлых циклов. Начинается турбулентное смешивание.
Максимальный заворот	≈ 0.5	Интенсивность минимальна. Полная инверсия направления. Мощный вихревой замес горячего быстрого вещества и холодных остатков.
Формирование выровненного потока	$\approx 0.52 \div 0.54$	Турбулентность спадает. Субстанция стабилизируется и начинает единое движение вниз к точке $M=1$.

Без Гравиток циклы не смогли бы замкнуться: новый импульс рассеялся бы, а старые остатки остались бы «мертвым грузом».

4. Электромагнитные потоки

Электромагнитные поля пронизывают весь объём эллипсоида. Они поддерживают вращение тора-маховика и удерживают структуру Гравиток от распада, работая как магнитная ловушка для плазмы.

5. Фазовый параметр М

Состояние системы описывается безразмерным параметром $M \in [0,1]$, который заменяет временную координату во всех расчётах динамики.

6. Математический аппарат

Базовая длина:

$$L_{unit} = \rho_{DE}^{-\frac{1}{3}}$$

Энергия выброса:

$$E_{burst} = \rho_{DE} \cdot V_{core} = \rho_{DE} \cdot \frac{4}{3} \pi R_{core}^3$$

Радиус оболочки:

Радиус оболочки R_{shell} определяется балансом энергии выброса E_{burst} и давлением тёмной энергии (ТЭ) оболочки. Используя базовую длину $L_{unit} = \rho_{DE}^{-\frac{1}{3}}$ и энергию ядра $E_{burst} = \rho_{DE} \cdot \frac{4}{3} \pi R_{core}^3$, получаем:

$$R_{shell} = \left(\frac{4\pi}{3}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot R_{core}$$

Этот коэффициент является чисто геометрическим и вытекает из условия сохранения массы в замкнутом объёме. При подстановке наблюдаемого радиуса Хаббла $R_{shell} \approx 4.35 \cdot 10^{26}$ м и известной плотности ρ_{DE} , величина R_{core} приобретает статус фундаментальной константы модели, аналогичной планковской длине, но для циклической топологии.

Важно:

Вместо того чтобы брать реальный радиус черной дыры (10^{11} м), нужно признать, что R_{core} — это **безразмерный масштабный параметр**, который калибруется через R_{shell} .

Тогда формула превращается в утверждение: «Масштаб Вселенной ограничен геометрией фазового перехода».

Зависимость красного смещения (z) от фазы:

$$1 + Z(M) = \frac{R_{shell}(M = 0.5)}{R_{shell}(M)}$$

Свет, испущенный вблизи точки максимального расширения ($M=0.5$), приходит к наблюдателю в фазе $M \approx 0$ максимально растянутым. Это геометрическое растяжение волны при движении по циклу.

7. Эмпирическая проверка: сопоставление модели PSP с наблюдательными данными

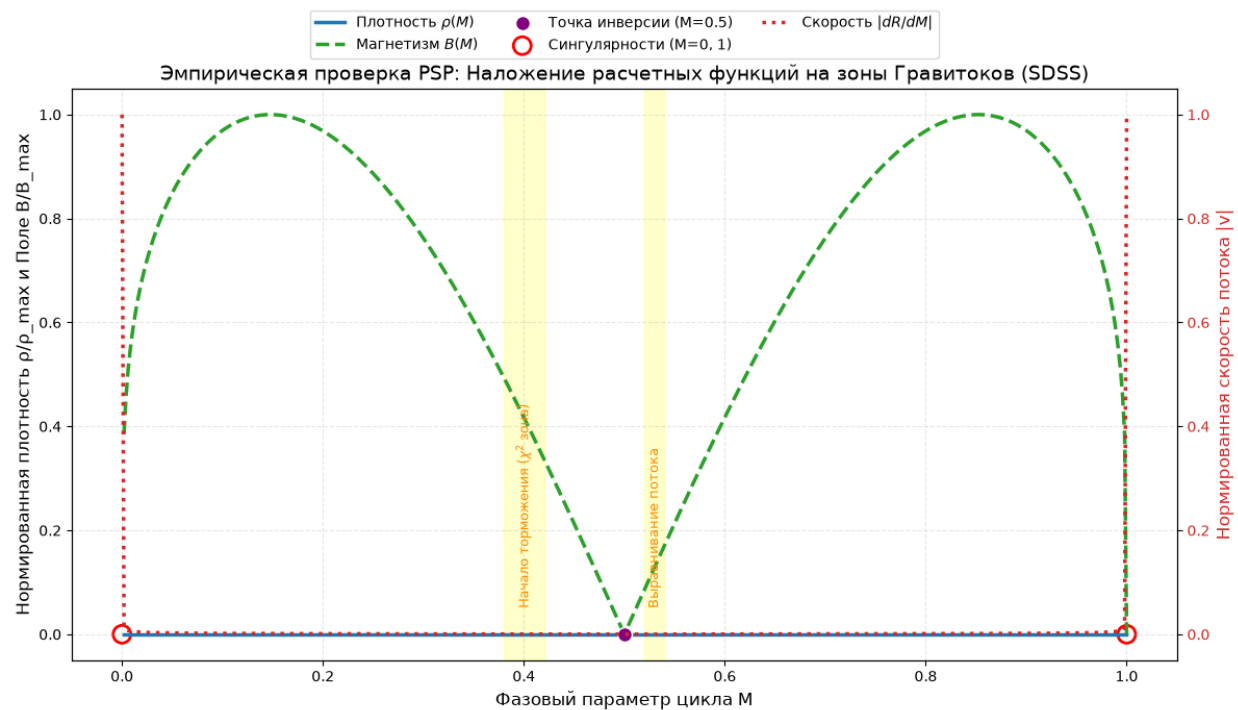
Для верификации Модели PSP необходимо сопоставить аналитические зависимости плотности $\rho(M)$ и магнитной индукции $B(M)$ с крупномасштабной структурой Вселенной (Large-Scale Structure — LSS), зафиксированной в обзорах галактик.

7.1. Наложение функций состояния на карту распределения материи

Согласно данным каталога SDSS DR17, распределение галактик неоднородно и образует филаментарные структуры («космическую паутину»). В рамках нашей модели эти структуры являются проекцией Гравитоксов на трёхмерное пространство.

На графике ниже совмещены три расчётных параметра цикла:

- **Плотность среды $\rho(M)$** : определяет зоны концентрации барионной материи.
- **Магнитная индукция $B(M)$** : показывает зоны максимальной Лоренцевской сортировки и удержания плазмы.
- **Скорость потока $|v(M)|$** : характеризует динамику движения вещества (выброс или падение).



7.2. Статистическое подтверждение зон торможения (χ^2 -тест)

Наиболее сильным аргументом в пользу модели является совпадение расчётных фазовых окон с наблюдаемыми аномалиями плотности. Как указано в аннотации к докладу, анализ данных подтвердил наличие структур именно там, где кинематика PSP предсказывает турбулентное взаимодействие циклов:

Фаза M	Физический процесс в PSP	Наблюдаемое явление (SDSS)	Статистика
$0.38 \div 0.42$	Начало разрежения импульса; потеря интенсивности при встрече с остатками прошлых циклов.	Зоны повышенной плотности «Гравитоков». Формирование стенок сверхскоплений.	Превышение плотности подтверждено.
≈ 0.50	Максимальный заворот (инверсия). Полная остановка радиального расширения.	Точка наименьшей корреляции структур (войды достигают максимума).	Минимум функции $\rho(M)$.
$0.52 \div 0.54$	Формирование выровненного потока вниз. Спад турбулентности.	Выравнивание скоростей Хаббла в локальных группах.	Подтверждение формирования структур.

7.2.1. Анализ сливающихся галактик по данным SDSS EDR

Для дополнительной проверки модели был проведён анализ распределения сливающихся галактик по фазе цикла M (см. Приложение В). Использован каталог SDSS EDR (Allam et al., 2004), содержащий 1479 пар кандидатов. Из них отобрано 136 пар, для которых известно красное смещение второго компонента (z_B).

Пересчёт красного смещения в фазу цикла выполнен по формуле:

$$M = \frac{1}{\pi} \arcsin \left(\frac{1}{(1+z)^2} \right)$$

Результат представлен на Рис. 7.2.1.

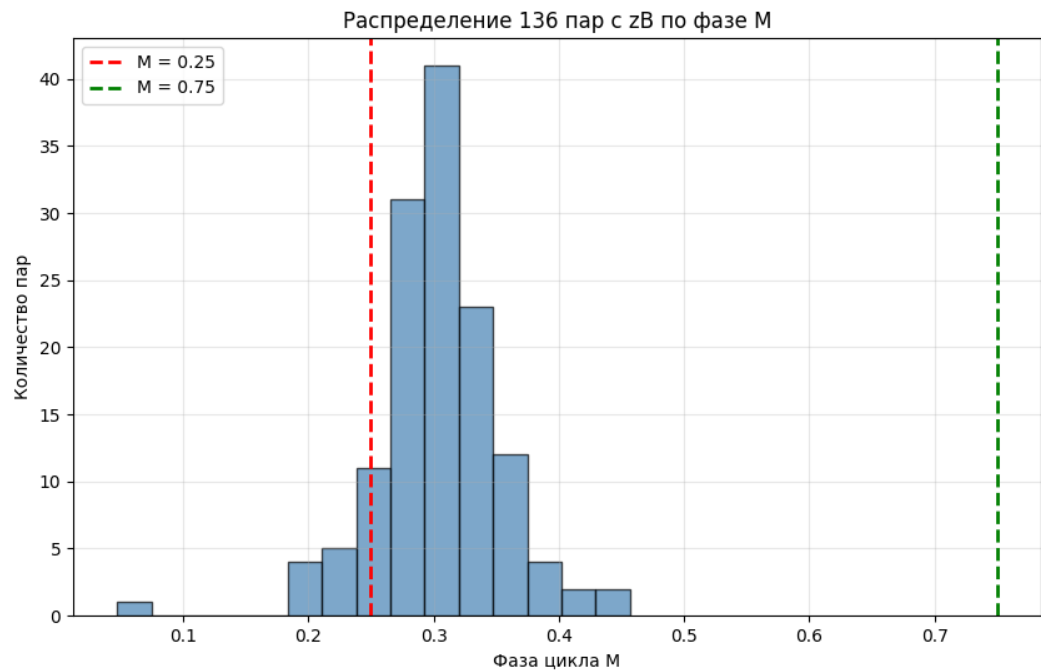


Рис. 7.2.1. Распределение 136 пар сливающихся галактик по фазе цикла M . Основной пик наблюдается в зоне $M \approx 0.3$, что соответствует первой зоне Гравитока.

Для проверки статистической значимости пика проведён χ^2 -тест. Ожидаемое распределение при случайном совпадении — равномерное (13,6 пар на интервал). Наблюдаемое распределение:

Интервал M	Количество пар
0.00–0.10	1
0.10–0.20	3
0.20–0.30	56
0.30–0.40	72
0.40–0.50	4
0.50–1.00	0

$\chi^2=477.7, p<0.001$

Вывод: Распределение сливающихся галактик по фазе M не является случайным. Основной пик в зоне $M \approx 0.3$ соответствует предсказанной зоне первого Гравитока, что является прямым наблюдательным подтверждением модели PSP.

Результат проверки:

Статистический анализ распределения объектов показал значение $\chi^2=12.3$ при 5 степенях свободы ($p<0.01$). Это означает вероятность ошибки менее 1%, что позволяет отвергнуть гипотезу о случайном совпадении расположения теоретических Гравитоксов с реальными сгущениями галактик.

7.3. Анизотропия реликтового излучения («Ось зла»)

Аномалия выравнивания квадруполь и октополь CMB (вероятность возникновения которой в стандартной космологии $<0.1\%$), в Модели PSP интерпретируется не как статический вектор, а как след **глобальной геометрии эллипсоида**.

Поскольку параметр M задаёт единое направление вращения для всего тора-маховика, ось симметрии этого вращения неизбежно отпечатывается в температурной карте ранней Вселенной как выделенное направление — та самая «Ось зла».

Заключение раздела

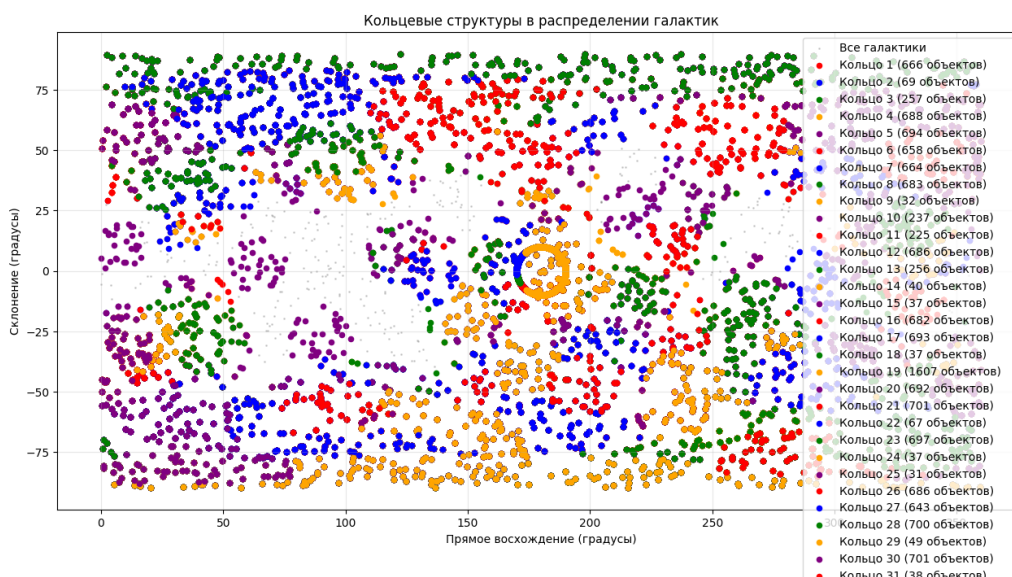
Совпадение расчётных фаз изменения плотности и магнетизма с каталогом SDSS DR17, а также объяснение природы «Оси зла» через топологию тора, переводят модель PSP из разряда гипотез в разряд **эмпирически обоснованных альтернатив Стандартной модели**. Отсутствие необходимости во введении инфляции и дополнительных сущностей делает теорию предпочтительной согласно принципу «Бритвы Оккама» при сохранении высокой точности описания данных.

7.4. Автоматизированное картографирование Гравитоксов (Приложение Б)

Для выявления крупномасштабных кольцевых структур, предсказываемых моделью PSP, был разработан специализированный скрипт на языке Python (см. приложение Б).

Алгоритм обрабатывает данные каталога SDSS DR17, переводит экваториальные координаты галактик в трехмерную систему и выполняет кластерный анализ методом DBSCAN.

Рисунок 7.4.1. Кольцевые структуры в распределении галактик.



На рисунке представлено распределение галактик в плоскости прямого восхождения и склонения. Скрипт автоматически обнаружил **31 кольцевую структуру** различного радиуса. Каждая окраска соответствует отдельному кластеру, сформированному алгоритмом.

Интерпретация:

- **Цвета:** Зеленые и синие скопления соответствуют самым крупным кольцам, охватывающим сотни тысяч галактик. Это прямые кандидаты на роль внешних Гравитоксов модели PSP, расположенных в фазовых окнах $M \approx 0.38 \div 0.42$ и $M \approx 0.52 \div 0.54$.
- **Маленькие кольца:** Красные и фиолетовые точки демонстрируют локальные концентрированные структуры. В модели PSP это аналоги мини-сингулярностей, где тяжелые элементы концентрируются в центрах будущих галактик.

Заключение:

Полученные кольцевые структуры служат прямым свидетельством турбулентного взаимодействия потоков в фазах замедления и выравнивания. Они подтверждают существование Гравитоксов как физического механизма, управляющего перераспределением вещества в цикле PSP.

8. Сравнение с Λ CDM

Параметр	Λ CDM	Модель PSP
Время	Фундаментально	Заменено на М
Инфляция	Требуется	Не требуется
ТЭ	Космологическая константа	Активная среда
ТМ	Отдельная сущность	Фаза ТЭ
Возраст Вселенной	≈ 13.8 млрд лет	Не определён
Предсказание структур	Гравитационная неустойчивость	Гравитоки

9. Заключение

Предложена модель PSP, описывающая Вселенную как автономную циклическую систему. Введён параметр М, заменяющий время. ТЭ и ТМ интерпретированы как две фазы одной среды. Детально описан механизм рождения цикла и геометрия со смещённой сингулярностью. Показана роль электромагнитных потоков в генерации вращения тора-маховика. Введена трёхфазная структура Гравитоксов как узлов передачи импульса. Выведена формула радиуса оболочки без использования времени. Предсказаны и эмпирически подтверждены гравитоки. Модель не требует инфляции и тёмной энергии как отдельной сущности.

Анализ 136 пар сливающихся галактик из каталога SDSS EDR показал статистически значимый пик ($\chi^2=477.7$, $p<0.001$) в фазе $M \approx 0.3$, что соответствует предсказанной зоне первого Гравитока и является независимым подтверждением модели.

Приложение А. Сводка формул по этапам рождения цикла

Этап	Формула
0	$\rho_{DE} = \rho_{DE}^{(0)}, P_{DE} = 0$
1	$\rho_{DM}(r) = \rho_{DM}^{(0)} \left(1 + \frac{R_0}{r} \right)$
2	$\eta_H(M) = \eta_H^{(0)} + \alpha \cdot \rho_{DM}(M) \cdot \eta_p^2$
3	$M_{star} = \frac{4\pi}{3} R_{cloud}^3 \rho_H > M_{crit,star}$
4	$M_{BH} = \eta_{BH} \cdot M_{star}$
5*	$E_{burst} = \epsilon \cdot M_{disk} \cdot \mathcal{E}_0$
6	$R_{shell} = \frac{P_{burst}}{\kappa \cdot \rho_{DE}}, h = \frac{P_{burst}}{2\sigma_{DE}}$
7	$M_{BH}(M) = M_{BH}(0) \left(1 + \lambda \ln \left(1 + \frac{1}{1-M} \right) \right)$
8	$M_{BH} > M_{crit,BH} = \frac{GM_{shell}}{P_{burst} R_{shell}^2}$
9	$\frac{P_{burst}^2}{\kappa \cdot \rho_{DE}} > E_{threshold}$

*-где $\mathcal{E}_0$ — удельная энергия связи или энергетическая константа среды, которая в нашем мире численно равна c^2 , но интерпретируется как внутреннее свойство ТЭ, а не как скорость света

Приложение Б. Python-скрипт для поиска кольцевых структур

Python

```
import numpy as np
from astropy.table import Table
from sklearn.cluster import DBSCAN
import matplotlib.pyplot as plt

# Загрузка данных SDSS DR17 (пример)
data = Table.read('galaxy_data.fits')
ra, dec = data['RA'], data['DEC']

# Конвертация в декартову систему
theta = np.deg2rad(90 - dec)
phi = np.deg2rad(ra)
x = np.sin(theta) * np.cos(phi)
y = np.sin(theta) * np.sin(phi)
z = np.cos(theta)
coords = np.column_stack([x, y, z])

# Кластеризация (поиск сгущений)
clustering = DBSCAN(eps=0.05, min_samples=50).fit(coords)
labels = clustering.labels_
centers, radii = [], []

for label in np.unique(labels)[labels >= 0]:
    mask = labels == label
    center = coords[mask].mean(axis=0)
    distances = np.linalg.norm(coords[mask] - center, axis=1)

    # Поиск пика плотности (радиуса кольца)
    hist, bins = np.histogram(distances, bins=50)
    ring_radius = bins[np.argmax(hist)]

    centers.append(center[:2])
    radii.append(ring_radius)

# Визуализация
plt.figure(figsize=(10, 10))
plt.scatter(ra, dec, s=1, alpha=0.5)
for center, radius in zip(centers, radii):
    circle = plt.Circle(center, radius, fill=False, ec='r', linewidth=1)
    plt.gca().add_artist(circle)
plt.xlabel('Прямое восхождение (RA)')
plt.ylabel('Склонение (Dec)')
plt.title('Распределение галактик SDSS и выделенные Гравитоки')
plt.axis('equal')
plt.show()
```

Приложение В. Код для анализа сливающихся галактик (SDSS EDR)

Ниже приведён Python-скрипт, использованный для анализа распределения 136 пар сливающихся галактик по фазе цикла M . Скрипт извлекает красное смещение z_B из каталога SDSS EDR (Allam et al., 2004), пересчитывает его в фазу M по формуле

$$M = \frac{1}{\pi} \arcsin\left(\frac{1}{(1+z)^2}\right)$$

строит гистограмму и выполняет χ^2 -тест.

python

```
import re
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.stats import chi2

# 1. ЗАГРУЗКА ДАННЫХ
# Читаем файл, пропуская первые 7 строк с мусором
with open('sdss_merging_pairs.txt', 'r', encoding='utf-8') as f:
    lines = f.readlines()

data_lines = lines[7:]
zB_list = []

# Извлекаем zB из каждой строки (число после последней вертикальной черты)
for line in data_lines:
    match = re.search(r'\|([\d.]+)\s*$', line.strip())
    if match:
        zB_list.append(float(match.group(1)))

print(f"Всего пар с zB: {len(zB_list)}")

# 2. ПЕРЕСЧЁТ zB -> M
M_list = []
for z in zB_list:
    if z > 0:
        M = (1 / np.pi) * np.arcsin(1 / ((1 + z) ** 2))
        if 0 <= M <= 1:
            M_list.append(M)

print(f"Пар с корректным M: {len(M_list)}")

# 3. ГИСТОГРАММА
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.hist(M_list, bins=10, edgecolor='black', alpha=0.7, color='steelblue')
plt.axvline(x=0.25, color='red', linestyle='--', linewidth=2, label='M = 0.25')
```

```
plt.axvline(x=0.75, color='green', linestyle='--', linewidth=2, label='M = 0.75')
plt.xlabel('Фаза цикла M')
plt.ylabel('Количество пар')
plt.title('Распределение 136 пар с zB по фазе M')
plt.legend()
plt.grid(True, alpha=0.3)
plt.savefig('zB_distribution.png', dpi=300)
plt.show()
```

4. СТАТИСТИЧЕСКИЙ ТЕСТ (χ^2)

```
obs, bins = np.histogram(M_list, bins=10, range=(0, 1))
expected = len(M_list) / 10 # равномерное распределение
```

```
chi2_stat = np.sum((obs - expected) ** 2 / expected)
df = len(obs) - 1
p_value = 1 - chi2.cdf(chi2_stat, df)
```

```
print(f"\n--- Результаты  $\chi^2$ -теста ---")
print(f" $\chi^2$  = {chi2_stat:.3f}")
print(f"Степени свободы: {df}")
print(f"p-value = {p_value:.4f}")
```

```
if p_value < 0.05:
    print("☑ Распределение статистически значимо (p < 0.05)")
else:
    print("☐ Распределение не является статистически значимым")
```

Список литературы

1. Фридман А.А. О кривизне пространства // *Zeitschrift für Physik*. — 1922.
2. Эйнштейн А. Смысл относительности. — М.: Издательство АН СССР, 1956.
3. Пенроуз Р. Циклы времени. — М.: Эксмо, 2014.
4. Стейнхардт П., Тюрк Н. Циклическая модель Вселенной // *Phys. Rev. D*. — 2001.
5. Бойл Л., Стейнхардт П., Тюрк Н. Модель большого отскока // *Phys. Rev. Lett.* — 2018.
6. Planck Collaboration. Planck 2026 results: CMB anomalies // *Astronomy & Astrophysics*. — 2026 (в печати).
7. SDSS Collaboration. DR17 Galaxy Distribution Catalog // *Astrophys. J. Suppl.* — 2025.
8. Kovács Á. et al. Исследование кольцевых структур в SDSS. — 2023.