УДК 524.8 : 530.145

Бутылкин В. Г.
независимый исследователь (г. Кострома, Костромская область, Россия)
E-mail: vladimir307@mail.ru

ГИПОТЕЗА ГРАВИТАЦИОННОГО РЕЗОНАНСА: ДОКАЗУЕМОЕ ЯДРО

Феноменологическая формулировка с зафиксированными статусами утверждений, опубликованными отрицательными результатами и пререгистрационной программой проверки

В статью включены результаты SPARC-замкового цикла — независимой проверки замка $g† = 3260$ $((км/с)^2/кпк) = 1{,}056 \cdot 10^{-10}$ $м/с^2$ на кривых вращения SPARC вне пилотной выборки раздела 6 (Приложение В). Реестр статусов (Приложение Б) дополнен соответствующими строками; программа фальсификации дополнена пунктом 7а. Все числа Приложения В приведены в конвенции, зафиксированной до прогонов.

Аннотация

Настоящая работа выделяет из цикла исследований по гипотезе гравитационного резонанса (ГГР) доказуемое ядро: минимальную совокупность утверждений, каждое из которых имеет либо статус подтверждённого на реальных данных, либо статус проверяемого фальсификатора. Ядро состоит из трёх элементов: (i) единственного нового постулата Z — масштаб зацепления между элементами когерентной подложки как 1/r; (ii) точной редукции Отта–Антонсена как источника показателя глубокого режима 1/2; (iii) нелокального динамического слоя — профиля когерентности как решения интегрального уравнения. Совокупность подтверждённых результатов: RAR-гейт ($s = 1{,}004 \pm 0{,}009$), показатель глубокой ветви $\beta = -0{,}497 \pm 0{,}018$ (с честным статусом теста внутренней согласованности), тройное подтверждение бинарной топологической гипотезы К1 (20/20, 20/20, 229/230), селекционный тест К3 (217/230), конструктивный запрет локальных аппроксимаций и исключение барионно-коррелированного носителя скрытой массы. Опровергнутые варианты (квадратичная форма замыкания, жёсткая интерполяция, количественная полка ИК-принципа, скалярная фаза и тор T^2 как источники геометрии, каноническая мондовская калибровка) публикуются как неотъемлемая часть доказательной базы. Все положения исходной гипотезы, не поддающиеся фальсификации на современном уровне (эмерджентность пространства-времени, лоренцева спектральная тройка, космологический отскок, модульная температура подложки), вынесены за пределы физических притязаний в статус математической исследовательской программы. Сформулирована пререгистрационная программа проверки на полном каталоге SPARC и независимых выборках.

Ключевые слова: гравитационный резонанс; когерентные состояния; относительная энтропия; редукция Отта–Антонсена; соотношение RAR; кривые вращения SPARC; нелокальная синхронизация; MOND-парадигма; пререгистрация.

0. Методологическая аксиома

Каждый численный аргумент живёт только при пререгистрированном протоколе. Правила фиксации: критерии успеха и опровержения записываются до прогона; минимум 10 независимых запусков (сидов) на точку; форма фильтра и конвенции оператора — часть критерия; отрицательные результаты публикуются полностью; реальные данные приоритетнее модельного ансамбля. Смена конвенции решателя после прогона запрещена; «тихий» сбой итерационного решателя на почти вырожденном кластере собственных значений ($\lambda \sim 10^{-5}$) даёт артефакты без ошибки API и детектируется только согласованным перезапуском альтернативной конвенцией. Метаданные генерируются из констант кода, что исключает рассинхрон протокола и прогона.

Иерархия уровней: уровень 0 — установленные результаты других авторов; уровень 1 — единственный новый постулат; уровень 2 — динамический слой; уровень 3 — проверенные следствия; вне уровней — вынесенные за рамки притязаний конструкции.

1. Уровень 0 — принятая рамка (без гипотезы)

Все утверждения настоящего раздела — результаты, установленные в цитируемых работах, а не постулаты гипотезы. Гипотеза принимает их в той же силе, что и оригиналы.

1.1. Результат Э (Дора–Муханов). Для когерентных состояний относительная энтропия на бифурцирующем горизонте Киллинга соответствует интегрированному по срезу горизонта потоку энергии; с нормировкой Бекенштейна–Хокинга это даёт полуклассические уравнения Эйнштейна. Существенная оговорка оригинальной работы сохраняется дословно: следствие сформулировано как «аргументы, указывающие», а не как строгая теорема в общем случае.

1.2. Теорема М (Бьянкони). В стационарных точках энтропийного действия на сети метрика g и поле G возникают как множители Лагранжа. Следствие для ГГР: существование G-поля — следствие рамки, а не постулат; его физическая роль (носитель скрытой массы) — гипотеза П-G (раздел 3).

1.3. Результат Р (Шпон; Карлен–Маас). Эволюция системы к когерентному равновесию есть градиентный поток относительной энтропии по метрике Кубо–Мори–Боголюбова. Точное утверждение, восходящее к монографии Шпона, подлежит сверке с первоисточником (открытая проблема).

1.4. Теорема А (Отт–Антонсен). Динамика Курамото с лоренцевым распределением частот точно редуцируется на двумерное инвариантное многообразие:

$$R = \sqrt{(1 - Kc/K)} \text{ при } K > Kc;\ R = 0 \text{ при } K \leq Kc.$$

Синхронизация включается порогом и растёт по корню — не по экспоненте и не линейно. Эта точная алгебраическая форма — единственный источник показателя масштабирования 1/2 в настоящей работе.

2. Уровень 1 — единственный новый постулат Z

2.1. Формулировка. Ядро зацепления между элементами i и j масштабируется как 1/r:

$$K_{ij} = \sqrt{(r_{g,i} \cdot r_{g,j})} / r_{ij}, \text{ где } r_{g,i} = G \cdot M_i / c^2.$$

Запись использует геометрическое среднее гравитационных радиусов: при равных массах K_ij = r_g / r_ij; она безразмерна и тождественно согласована с размерной формой K_ij ~ G·M_i·M_j / (c^4·r_ij). Постулат один: никаких других свободных показателей, амплитуд или шкал теория о кривых вращения не содержит.

2.2. Что постулат фиксирует и что не фиксирует. Z фиксирует показатель степенной зависимости и вид генерируемого режима, но не шкалу и не форму интерполяционной функции. Все модельные элементы, не следующие из Z, декларируются явно в каждом тесте: вариационное интерполяционное ядро (п. 2.4) и погалактические подгоночные величины (g†, ϒ) в фите приложения А.

2.3. Масштабирование замыкания α = 1/2

Цепочка вывода: (1) суммарное зацепление элемента для массово-взвешенного ансамбля по Z даёт K ~ 1/r_eff; (2) по теореме А $R^2 = 1 - Kc/K$; (3) из $g_N = GM/r^2$ следует r = (GM/g_N)^(1/2), поэтому K ~ $\sqrt{g_N}$ при фиксированной массе; (4) замыкание силы F(x), $x = g_N/a_0$, наследует ту же степень:

F(x) ∝ x^(1/2), то есть α = 1/2; асимптотика глубокого режима: $\nu \to \sqrt{(a_0/g_N)} = x^{(-1/2)}$.

Статус: обоснование масштабирования, а не строгий вывод — переход от R^2 к явной связи ν с R требует формализации КМБ-восприимчивости (открытая проблема). Важно: Z фиксирует асимптотический показатель только в глубоком мондовском пределе (x << 1); форма переходного режима — не следствие постулата, а предмет выбора вариационного ядра.

2.4. Интерполяционное ядро и статус показателя на данных

Жёсткая форма $\nu(x) = \sqrt{(1 + 1/x)}$ опровергнута на реальных данных внутри самой модели — интерполяционное ядро обязано быть вариационным. Принятое ядро — функционал когерентности Бекенштейна–Мильгрома f(y) = y − ln(1+y), у которого $f''(y) = 1/(1+y)^2 > 0$, что исключает проблемы с призрачными степенями свободы в вариационной постановке. Статус ядра — свободная функция модели, а не предсказание теории.

Показатель глубокой ветви $\beta = -0{,}497 \pm 0{,}018$ (при предсказании −0,5) получен на той же выборке SPARC (11 галактик, 236 физических точек), что и RAR-фит приложения А. Это тест внутренней согласованности модели, а не независимая проверка; линейная модель исключена ($\Delta\chi^2 \approx 1{,}6 \cdot 10^5$), однако точность согласия в переходной области ускорений зависит от класса допустимых вариационных функций и не может интерпретироваться как свободная от параметров проверка постулата.

2.5. Дополнительное уточнение Z′ (интерпретационное, без добавления свободы)

Метрическая информация 1/r входит в физику только через когерентно-взвешенное уравнение зацепления. Спектральная геометрия подложки топологична: бинарная связность (без весов) несёт геометрию полнее, чем веса 1/r. Разделение труда: топология отвечает за геометрию, метрика 1/r — за интенсивность зацепления. Это самый сильный структурный результат цикла (раздел 4, строка К1).

3. Уровень 2 — динамический слой

3.1. П-Н: нелокальность когерентности

Степень синхронизации R(r) принципиально нелокальна и задаётся интегральным уравнением синхронизации с ядром из Z:

$$R(r) = \int K(r, r') \cdot \Phi[R(r')] \cdot n(r')\, dr', \; K \sim 1/|r - r'|.$$

Локальные аппроксимации запрещены по построению. Статус: локальная ODE-аппроксимация профиля когерентности опровергнута внутри самой модели — локальная мондовская формула не воспроизводит остатки, эффективная g† дрейфует с g_N. Это конструктивный запрет, а не техническая оговорка.

Фазовая динамика Курамото — реле, а не генератор: вся геометрическая информация входит через K_ij; лучший фазовый канал несёт геометрию тривиально (r = 0,29). Скалярная фаза опровергнута как источник геометрии.

3.2. П-G: носитель скрытой массы

Носителем скрытой массы выступает полевая энергия G-поля теоремы M. Барионно-коррелированный носитель исключён проверкой. Следствие по теореме M: существование G-поля — следствие рамки, не постулат.

3.3. Аффинная структура замыкания

Когерентный вес отвечает за структуру замыкания (параметр p) и низкомассовый конец дисков — подтверждено на 24/24 дисков. Аффинная «единица» A_aff(1) = 1,59 ± 0,10 порождается геометрией протяжённого газа, а не весом (статус понижен от «постулат» до «геометрический эффект»). Сильная форма (корреляция $\rho \approx +0{,}8$) опровергнута в решающем прогоне P-SPARC-3; сохранена слабая форма.

4. Реестр подтверждённых результатов

Утверждение	Статус	Данные	Фальсификатор
RAR-гейт: нормировка шкалы a_0 согласована с соотношением RAR	Подтверждено	s = 1,004 ± 0,009	Рассогласование нормировки за пределами систематики
Показатель глубокого режима α = 1/2	Подтверждено как тест внутренней согласованности (не независимая проверка)	β = −0,497 ± 0,018; линейная модель исключена, $\Delta\chi^2 \approx 1{,}6 \cdot 10^5$	Воспроизведение β на независимой контрольной выборке, отличной от выборки RAR-фита
К1: бинарная топология несёт геометрию не хуже весов 1/r	Подтверждено трижды	Модельный ансамбль 20/20 (r_s 0,98 против 0,93); пилот P-SPARC-2 20/20 (r_s 0,63–0,71 против 0,45–0,60); решающий P-SPARC-3 229/230	Бинарные < метрических на ансамбле
К3: селекция младших мод разрушает геометрию сильнее контроля	Подтверждено	217/230 (P-SPARC-3)	Селектор сохраняет геометрию лучше контроля при том же выживании
П-H: нелокальность профиля R(r)	Подтверждено через опровержение альтернативы	Локальная ODE-аппроксимация опровергнута; эффективная g† дрейфует с g_N	Воспроизведение остатков локальной формулой
П-G: полевой носитель скрытой массы	Подтверждено внутри модели	Барионно-коррелированный носитель исключён	Корреляция скрытой массы с барионным распределением
П-R: спинодальная рекогеренция	Качественно	K_up/K_c ≥ 1,7 на всех проверенных m; числа — цели калибровки	Отскок при обратном пересечении K_c

Утверждение	Статус	Данные	Фальсификатор
Аффинная «единица» порождается протяжённым газом	Подтверждена слабая форма; сильная опровергнута	24/24 дисков; $\rho \approx +0{,}8$ — опровергнуто	Газ-градиент отсутствует в остатках

Примечание. Подтверждение «через опровержение альтернативы» — полноценный научный статус: локальная ODE-аппроксимация была проверяемой альтернативой П-Н, и она опровергнута. Это делает нелокальность не декларацией, а выжившим вариантом.

5. Опровергнутые варианты (публикуются полностью)

Опровергнутые версии — неотъемлемая часть доказательной базы и условие пререгистрационной культуры цикла.

- Квадратичная форма замыкания $v^2 = \bar{v}^2 + {v_0}^2$. Медиана $\chi^2/\mathrm{dof} \approx 11{,}6$ на ансамблевом фите 33 галактик (296 точек) против $\approx 3{,}0$ у RAR-интерполяции и $\approx 0{,}5$ у NFW. Форма адекватна массивным спиралям (NGC 2403, NGC 3521, NGC 5907: $\chi^2/\mathrm{dof} < 0{,}2$), но фальсифицируется карликами в переходной зоне.
- Жёсткая интерполяция $\nu(x) = \sqrt{(1 + 1/x)}$ (в нормированной конвенции $\tilde{\nu}(x) = \sqrt{((1 + 1/x)/2)}$, $\tilde{\nu}(1) = 1$). Не воспроизводится данными; требуется вариационное ядро $f(y) = y - \ln(1+y)$.
- Количественная полка ИК-принципа $M^* \approx 4$ без деградации до $M = 32$. Признана артефактом однородной модельной подложки: на реальных дисках восстановление когерентности деградирует с ростом M, первая нетривиальная мода даёт $r_s \approx 0{,}60$–$0{,}89$ при целевом потолке 0,90, который не достигнут; формулировка уточнена. Предсказательная сила ИК-принципа — качественный уровень (сигнал в младших модах).
- Робастность селектора dev_source = "embed": вердикты конвенционно-зависимы; селектор сохранён только как диагностический уровень.
- Скалярная фаза как источник геометрии — опровергнута (лучший фазовый канал несёт геометрию тривиально, $r = 0{,}29$). Двумерный тор T^2 в векторной итерации: $r = 0{,}57 \pm 0{,}10$ против $0{,}49 \pm 0{,}14$ в декоррелированном контроле — геометрическое преимущество отсутствует; корреляция выживших рёбер с латентной геометрией статистически нулевая во всех сценариях. Наведённая одномерная топология S^1 кодируется динамикой ($r = 0{,}78 \pm 0{,}22$ против контроля $0{,}46 \pm 0{,}17$), однако основной вес программы проверки перенесён на механизм жёсткости спектра оператора Дирака, не зависящий от скалярной или векторной природы фазы.
- Каноническая мондовская калибровка ($\Upsilon = 1$, единая нулевая точка) на пилотной выборке: $\chi^2_\mathrm{red} = 208{,}7$ — структурное отвержение. «Каноном» рабочей модели она не является.

6. Систематика и открытые проблемы феноменологического ядра

Настоящий раздел — обязательная часть статьи: без честной фиксации систематики доказуемое ядро не является доказуемым.

6.1. Сводка фитов (11 галактик SPARC, 236 физических точек)

Сценарий	$g^\dagger$, $(км/с)^2/кпк$	$g^\dagger$, $м/с^2$	Глобальный χ^2	ν_доф	χ^2_red
C: канон ($\Upsilon = 1$, единая $g^\dagger$)	1150	$3{,}73 \cdot 10^{-11}$	49052	235	208,7 (отвергнут)
D: свободный фит (Υd без нижней границы)	3260	$1{,}06 \cdot 10^{-10}$	1256	224	5,61
D_floor: нижняя граница ($\Upsilon d \geq 0{,}1$)	3010	$0{,}98 \cdot 10^{-10}$	1431	224	6,39

Сценарий	g†, (км/с)²/кпк	g†, м/с²	Глобальный χ^2	ν_доф	χ^2_red
E: свободные (g†, ϒd) погалактически	медиана 2710	$8{,}78\cdot10^{-11}$	700	213	3,29

Таблица 1. Пересчёт единиц: 1 (км/с)²/кпк = $3{,}24\cdot10^{-14}$ м/с². Выборка: NGC 1003, NGC 2366, NGC 2403, NGC 3198, NGC 3741, NGC 5033, NGC 5055, NGC 6503, DDO 154, DDO 168, IC 2574; пилотная, полный каталог SPARC (175 галактик) не покрыт.

6.2. Анализ деградации

Введение нижней границы ϒd ≥ 0,1 увеличивает χ^2 с 1256 до 1431 ($\Delta\chi^2 = 175$). Ниже границы находятся четыре системы: NGC 2366 (ϒd = 0,06), DDO 154 (0,04), IC 2574 (0,02) и DDO 168 (0,00). Порог 0,1 не может называться «физически обоснованным минимумом»: для старых населений типичные ϒ* ≈ 0,5 M⊙/L⊙ (функции масс Кроупы, Шабрье), поэтому порог — регуляризация против оверфиттинга, а не физика. Сценарий E (χ^2_red = 3,29; ΔAIC(E − D) = −534; ΔBIC(E − D) ≈ −496) показывает, что систематика в D локальна и связана с параметрами отдельных галактик, а не с глобальной формой соотношения.

6.3. Перечень открытых проблем ядра

- Глобальный χ^2_red ≈ 5,6–6,4 в сценариях D: модель отвергается данными на уровне систематики. Зазор $\Delta\chi^2 = 175$ лежит внутри доминирующей систематики и не интерпретируется как «робастность».
- Смещение нулевой точки: g†(D_floor) = $0{,}98\cdot10^{-10}$ м/с² против литературного $1{,}20 \pm 0{,}02\cdot10^{-10}$ м/с² (−18 %). Кандидатные причины: нижняя граница ошибок eV = 4 км/с в 9 точках NGC 3198 (вклад мал — 12 из 242,5 единиц χ^2); уход ϒd к нефизическому нулю у HI-доминированных карликов; отличия конвенции взвешивания от литературной; состав пилотной выборки. Ни одна не проверена — открытая проблема.
- DDO 168: χ^2_red = 15,3 при ϒd = 0,00 даже в погалактическом фите E — оптимизация «снимает звёзды, чтобы подогнать кривую под газ»; это патология самой модели, а не данных. Требуется раздельный фитинг ϒ для старых и молодых населений и проверка чувствительности к порогу (0,05 / 0,1 / 0,2).
- Якорь $a_0 = cH_0/(2\pi)$ — конъюнктура в напряжении по конвенции H_0 (CMB: −13,2 %; локальная шкала: −5,9 %); тождество $a_0 = c\cdot k_B\cdot T_{mod}/\hbar$ тавтологично без независимого определения T_mod. Машинная точность тождества — не независимая проверка.
- Связь R^2 с силой замыкания (явная зависимость ν от R) требует строгой формализации через КМБ-восприимчивость.
- Релаксация якоря RAR-интерполяции: пока a_0 подгоняется, различить ГГР и подогнанную MOND по кривым вращения невозможно.

7. Границы притязаний: вынесено за рамки физических утверждений

Следующие положения исходной ГГР не опровергнуты — они неопровержимы в настоящее время, а потому не относятся к физике и в настоящей статье имеют статус математической исследовательской программы, а не физических притязаний:

- эмерджентность четырёхмерного пространства-времени из фазовой синхронизации элементов Квантового информационного поля;
- континуальный предел $N \to \infty$ и кандидатная топология сходимости (квантовая метрика Громова–Хаусдорфа Риффеля); непрерывность спектра не эквивалентна гладкости многообразия,

дифференциальное исчисление на предельной алгебре не построено;

- лоренцева спектральная тройка с крейновой структурой как кандидатная конструкция восстановления сигнатуры (+, −, −, −) — концептуальный вызов супремум-формализму Конна, а не результат;
- космологический отскок и модифицированные уравнения Фридмана ($K > K_c$); оба условия согласованности (ковариантная реализация модификации плотности, знак dK/da в точке отскока) — открытые проблемы;
- модульная температура подложки T_{mod} и планковская петля нормировки $m = t_{Pl}$: идентификация $c_{eff} = c$ при $K = 1/t_{Pl}$ круговая, поскольку $l_{Pl}/t_{Pl} = c$ по определению планковских единиц — это нормировка, а не вывод.

Нельзя нагружать феноменологическое ядро метафизическим слоем: для рецензента последний выглядит резервуаром отступления. Пока ядро не выжило в пререгистрационных тестах, метафизический слой не имеет observational consequence и не должен формулироваться как физика.

8. Программа фальсификации: что делает ядро доказуемым

1. Проспективная пререгистрация на полном SPARC (175 галактик). Каталог делится на калибровочную и контрольную половины до прогона; показатель β фитится строго из $f(y)$ с нулём свободных параметров на калибровочной половине и проверяется на контрольной. Критерии успеха и опровержения фиксируются в реестре (OSF или аналог) до запуска. Пока β получен на одной и той же выборке с RAR-фитом, это самосогласие, а не проверка.

2. Независимые выборки: LITTLE THINGS, THINGS, HII-галактики — данные, внешние к SPARC и не участвовавшие ни в одной калибровке. Гипотеза жива, только если воспроизводится на них.

3. Разрешающий тест нелокальности через остатки. Локальная MOND не знает ничего, кроме локального ускорения g_N; нелокальный профиль $R(r)$ обязан давать корреляции остатков с геометрией барионов: долей газа f_{gas}, толщиной диска, морфологией. Существующий слабый газ-градиент ($\rho = 0{,}34$) разворачивается в главный тест. Если остатки ГГР зависят от геометрии газа там, где MOND их не допускает, — это единственный канал, отличающий ГГР от подогнанной MOND; если не дают — ГГР неотличима от MOND и в этом качестве не нужна.

4. Релятивистский сектор как условие фундаментальных притязаний: скорость гравитационных волн $c_T = c$ через явное динамическое векторное поле A_μ в скалярно-векторном секторе когерентности (ограничение GW170817/GRB 170817A). Нет поля — нет релятивистского сектора — нет претензий на фундаментальность. Скопления галактик и сильное линзирование — жёсткие фальсификаторы, а не «зоны надежды».

5. Гистерезис когерентности: количественная калибровка K_{up}/K_{down} после фиксации параметра m; фальсификатор — отскок рекогеренции при обратном пересечении K_c. БЭК-аналог — лабораторный канал проверки.

6. Снятый тест: торсионные балансы в окне 40–60 мкм исключены из активной программы — реанализ столкнулся с жёсткой опубликованной границей (Eöt-Wash 2020 исключает юкавоподобный потенциал до 38,6 мкм, 95 % CL).

7. Раздельный фитинг Υ (старые/молодые населения) и анализ чувствительности к порогу (0,05 / 0,1 / 0,2) — обязательная часть любого следующего прогона; нулевой фит DDO 168 не списывается, а рассматривается как патология модели.

7a. Выполненный фрагмент программы (до пререгистрации; статус — не пререгистрация, а независимая выборка для RAR-гейта): SPARC-замковый цикл (Приложение B) — проверка замка g†

$= 3260$ ((км/с)^2/кпк) $= 1{,}056 \cdot 10^{-10}$ м/с^2 на 15 кривых SPARC вне пилотной выборки раздела 6, из которых 8 получены полностью первичными строками (все колонки, реальные ошибки). Вердикт: замок подтверждён вне воспроизводимого класса poor-fits (CamB, DDO 161 — воспроизведены независимыми группами); воспроизводимость вердикта — трёхкратная, побайтовая. Это не заменяет перерегистрацию пп. 1–2: страницы 2+ каталога остались недоступны, доля poor-fits смещена к карликам.

8.1. Критерии успеха и опровержения (для перерегистрации)

Успех ядра на контрольной половине SPARC: (а) воспроизведение показателя глубокого режима $\beta = -0{,}5$ в пределах 2σ при нуле свободных параметров; (б) медиана остатков на контрольной выборке не хуже литературной MOND с литературной калибровкой $g\dagger = 1{,}20 \cdot 10^{-10}$ м/с^2; (в) значимая ($\geq 3\sigma$) корреляция остатков с f_gas или морфологией — канал, запрещённый для локальной MOND.

Опровержение: (а) невоспроизведение $\alpha = 1/2$ на независимой выборке; (б) отсутствие нелокальных корреляций остатков при достигнутой статистике; (в) отскок рекогеренции при обратном пересечении K_c; (г) барионно-коррелированная структура носителя скрытой массы.

9. Итоговая формула

Доказуемая ГГР — это вариационная, нелокальная, когерентная формулировка мондовской феноменологии с единственным постулатом 1/r. Все отличия от простой MOND сосредоточены в трёх измеримых местах: переходная зона ускорений (поведение вариационного ядра против подгоночной интерполяции), нелокальные остатки (зависимость от геометрии барионов) и кандидаты на гистерезис (K_up/K_down). Всё, что выходит за эти три окна, — математическая программа, а не физика, и в рамках доказуемого ядра не заявляется.

Приложение А. Покомпонентная статистика фита (выборка 11 галактик SPARC)

Галактика	N_fit	R_max, кпк	χ^2_red (D)	Υd (D)	χ^2_red (E)	Υd (E)	σ_dex (D)	$\Delta\chi^2$(D−E)
NGC 1003	35	23,58	4,42	0,38	4,25	0,32	0,051	6,0
NGC 2366	16	50,50	7,02	0,06	0,80	0,20	0,095	99,5
NGC 2403	50	130,44	6,29	0,68	2,96	0,52	0,046	166,5
NGC 3198	40	45,92	6,06	0,48	1,41	0,64	0,077	186,2
NGC 3741	11	30,43	1,15	0,30	0,29	0,12	0,068	9,4
NGC 5033	21	58,67	7,24	0,78	6,43	0,94	0,049	17,0
NGC 5055	11	10,99	2,98	0,36	0,75	0,42	0,017	24,5
NGC 6503	23	30,92	3,56	0,52	2,27	0,44	0,043	29,5
DDO 154	6	6,04	0,05	0,04	0,03	0,02	0,008	0,2
DDO 168	9	5,02	15,27	0,00	13,87	0,00	0,130	12,6
IC 2574	14	2,76	1,06	0,02	0,71	0,08	0,069	4,8

Таблица А.1. Υd — звёздный множитель диска (M⊙/L⊙); σ_dex — среднеквадратичный разброс остатков в dex (фит D). Глобальные суммы χ^2 согласуются с таблицей 1: 1256,1 ≈ 1256 (D); 700,0 = 700 (E). Наибольший вклад в $\Delta\chi^2$(D − E) = 556: NGC 3198 (186), NGC 2403 (166), NGC 2366 (99).

Ключевое наблюдение: наихудшая согласованность — не у карликов с нижней границей Υd, а у DDO 168 (χ^2_red = 15,3, σ_dex = 0,13 при Υd = 0,00 в обоих сценариях) — патология модели, а не данных.

Ошибки измерений: в 9 внешних точках NGC 3198 использована нижняя граница ошибок eV = 4 км/с (flag = 1); исключение этих точек снижает χ^2 галактики лишь с 242,5 до 230,3 — вклад границы мал и не объясняет систематику фита.

Приложение Б. Сводный реестр статусов всех утверждений цикла ГГР

Утверждение	Статус	Раздел
Результат Э (Дора–Муханов) — термодинамика когерентных состояний на горизонте	Принято в силе оригинала («аргументы, указывающие»)	1.1
Теорема М (Бьянкони) — метрика и G-поле как множители Лагранжа	Принято	1.2
Результат Р (Карлен–Маас) — градиентный поток по КМБ-метрике	Принято; сверка с первоисточником Шпона — открытая проблема	1.3
Теорема А (Отт–Антонсен)	Принято (точная редукция)	1.4
Постулат Z (масштаб 1/r)	Единственный новый постулат	2.1
α = 1/2	Тест внутренней согласованности (β = −0,497 ± 0,018)	2.3–2.4
RAR-гейт s = 1,004 ± 0,009	Подтверждено	4
К1 (бинарная топология)	Подтверждено трижды (20/20; 20/20; 229/230)	4
К3 (селекция младших мод)	Подтверждено (217/230)	4
П-Н (нелокальность)	Подтверждено через опровержение локальной альтернативы	3.1
П-G (полевой носитель)	Подтверждено внутри модели	3.2
П-R (спинодали)	Качественно; количественная калибровка — следующий этап	4
Аффинная структура	Слабая форма подтверждена; сильная опровергнута	3.3
Квадратичная форма $v^2 = \bar{v}^2 + v_0^2$	Опровергнуто	5
Жёсткая интерполяция $\nu = \sqrt{(1+1/x)}$	Опровергнуто	5
Полка ИК-принципа M* ≈ 4	Опровергнута на реальных дисках; формулировка уточнена	5

Утверждение	Статус	Раздел
Скалярная фаза и тор T^2 как источники геометрии	Опровергнуто	5
Каноническая мондовская калибровка ($\Upsilon = 1$)	Отвергнута на пилотной выборке (χ^2_red = 208,7)	5
Якорь $a_0 = cH_0/2\pi$	Конъюнктура в напряжении по H_0; тождество с T_mod тавтологично	6.3
Эмерджентность, лоренцева тройка, отскок, T_mod, m = t_Pl	Вне физических притязаний (математическая программа)	7
Торсионные балансы 40–60 мкм	Тест снят (граница Eöt-Wash 38,6 мкм, 95 % CL)	8
Замок g† = 3260 — SPARC-замковый цикл на первичных данных вне пилотной выборки	Подтверждено (чистые кривые $d\chi^2 \leq 0{,}4$; clean-6 χ^2_red $\approx 0{,}7$; воспроизводимость трёхкратная, побайтовая)	Прил. В
Класс poor-fits: CamB, DDO 161 (жёсткие); DDO 168, D 564-8, D 631-7 (мягкие)	Воспроизведён независимо (Li et al., Hrubec); не объясняется EFE, D/i-маргинализацией или Υ-вырождением (пиннинг)	Прил. В
EFE как объяснение отказников	Снят количественно: доступно < 5 %, требуется 23–50 % в ускорениях	Прил. В
UGC-тройка: Υd у верхней границы априорного интервала	Прогноз литературы воспроизведён: 2,44 / 2,58 / 2,97 против 2,47 / 2,60 / 3,02	Прил. В
Реестр дефектов конвейера (12 позиций)	Зафиксирован; класс «потерянный R» — 5 рецидивов; контроль — перекрёстные каналы и межпрогонная воспроизводимость	Прил. В

Приложение B. SPARC-замковый цикл: независимая проверка замка на первичных данных

Настоящее приложение фиксирует итоги замкового цикла — серии прогонов по проверке фиксированной константы g† = 3260 ($(км/с)^2$/кпк) = $1{,}056\cdot10^{-10}$ м/$с^2$ (замок) на кривых вращения SPARC, полученных из внешних каналов по мере доступности. Замок совпадает со свободным фит-ом сценария D раздела 6 (3260) в пределах округления; цикл проверяет его как предсказание на независимых кривых. Пересечение с пилотной выборкой — только три кривые (DDO 154, DDO 168, IC 2574), служащие перекрёстным контролем. Все конвенции зафиксированы до прогонов и не менялись; смена конвенции после прогона отсутствует (аксиома раздела 0). Все дефекты, обнаруженные по ходу, публикуются полностью (таблица B.5).

B.1. Конвенция и тестовый стенд

Данные. Полностью первичные строки (R, Vobs, eVobs, Vgas, Vdisk, Vbul, D) для 8 галактик страницы 1 внешнего зеркала каталога SPARC (100 строк) [34] плюс верифицированные фрагменты независимого канала (TGIU, arXiv:2604.13489) для расширенной панели. Перекрёстная сверка ошибок между каналами: DDO 154 (eV = 1,6 на R = 0,49; 0,2 на R = 2,96) и DDO 161 (4,03 на R = 1,07; 0,99 на R = 6,75) — совпадение. Обнаружены ошибки, обрезанные снизу (CamB: eV = 1,5 у всех 9 точек; DDO 064: 4,62). Декомпозиция CamB независимо валидирована сравнением с rotmod-файлом (совпадение до 0,1 км/с по всем барионным каналам).

Невязки в ускорениях: $z = \log_{10}(g_pred) - \log_{10}(V_obs^2/R)$; $\sigma_g = \sqrt{((2\cdot eV/(V\cdot \ln 10))^2 + \sigma_int^2)}$; σ_int = 0,13 dex (литературный интервал 0,057–0,14 dex [30, 33]). Интерполяционная функция $\nu(y) = 1/(1 - e^{(-\sqrt{y})})$ с точным deep-MOND пределом $\nu \to 1/\sqrt{y}$. Барионная декомпозиция: $Vbar^2 = Vgas^2 + 0{,}5\cdot Vdisk^2 + 0{,}7\cdot Vbul^2$. Сетка 260 × 120 по (g†, Υd); глобальный и погалактический фиты; leave-one-out. Пересчёт единиц: 1 $(км/с)^2$/кпк = $3{,}24\cdot10^{-14}$ м/$с^2$.

Робастность к форме ν. В рамках σ_int = 0,13 dex вердикт по замку робастен к форме интерполяционной функции: тест различимости форм показал, что при σ_int = 0 различие дефектной и эталонной ν даёт $\Delta\chi^2 = 27{,}2$ на 30 точках, а при σ_int = 0,13 поглощается свободным фит-ом. Поэтому перенос вердикта по нормировке шкалы (g†, a_0) на вариационное ядро $f(y) = y - \ln(1+y)$ п.

2.4 корректен; различие форм функций живёт только в режиме точных данных.

Стенд. Три самопроверки перед каждым прогоном: (i) численный deep-MOND предел (1,000–1,0005); (ii) восстановление параметров синтетики с $\chi \approx 0$ на истине; (iii) отбраковка чужой ν при $\sigma_int = 0$. Методологический урок цикла: синтетический стенд, генерирующий и фитящий одной формулой, принципиально слеп к самосогласованным багам (дефекты № 4, № 9, № 11, № 12) — надёжный контроль дают только перекрёстные каналы данных, проверка пределов и межпрогонная воспроизводимость.

B.2. Покомпонентный вердикт (страница 1, полностью первичные данные)

Галактика	N	$d\chi^2$	g†_opt, (км/с)²/кпк	Υd на замке	g†_opt при σ_int = 0	Статус
DDO 154	12	0,09	3109	0,05 (плоская долина)	3109	подтверждение
DDO 064	14	0,37	2445	0,48	2257	подтверждение
D 512-2	4	0,10	579	0,26	777	подтверждение
DDO 168	8	2,58	2140	0,05 ⚠	2870	мягкое (Q = 2)
D 564-8	6	4,24	1729	0,05 ⚠	1873	мягкое
D 631-7	16	4,71	2198	0,05 ⚠	2579	мягкое (Q = 1)
CamB	9	63,3	240	0,05 ⚠	340	отказник
DDO 161	31	56,8	1190	0,05 ⚠	1360	отказник

Таблица B.1. $d\chi^2 = \chi^2$(замок) − χ^2_min по совместной сетке (g†, Υd). ⚠ — Υd упирается в нижнюю границу сетки (0,05) одновременно с превышением χ. Последний столбец — диагностика при $\sigma_int = 0$: даже эталонный DDO 154 даёт $\chi_min = 18{,}5$ на 12 точках — у кривых есть настоящая RAR-шероховатость; вся дискриминационная сила конвенции сидит в σ_int. Статусы: «подтверждение» — $d\chi^2 \leq 0{,}4$; «мягкое» — 2–5; «отказник» — > 50. Q-флаги по Table 1 SPARC (CamB, DDO 168 — Q = 2; D 631-7 — Q = 1).

Контроль валидности: три независимых исполнения конвейера (разные версии кода) на одном и том же первичном файле дали идентичные вердикты — вплоть до совпадения g†_opt и χ_min при $\sigma_int = 0$ (DDO 154: 18,5). Это сильнейший контроль за весь цикл: вердикт отсоединён от единичной реализации кода.

B.3. Ансамблевая статистика и leave-one-out

Ансамбль 8 кривых: избыточный χ^2 ансамбля $d\chi^2 = 132$; вклад отказников CamB + DDO 161 — 120 из 132. Clean-6 (без отказников): $d\chi^2 = 12{,}0$ при $\chi_min \approx 40$ на 60 точках (χ^2_red $\approx 0{,}7$ в конвенции $\sigma_int = 0{,}13$ dex); оптимум g† ≈ 2320 — с мягким напряжением относительно замка; при $\sigma_int = 0$ clean-6 предпочитают g† ≈ 3084 — 5,4 % от замка, в пределах разрешения сетки. На расширенной панели (15 кривых, п. B.5) leave-one-out без отказников даёт $d\chi^2 = 4{,}1$ при g† = 2680 (18 % от замка). Смещение относительно литературной калибровки g† = $1{,}20 \cdot 10^{-10}$ м/с² [6] сохраняется — согласуется с разделом 6.3.

K1/K2-сплит (валидация без подгонки): при псевдослучайном разбиении (зерно 20261109) отказники размазались по половинам равномерно — подгонка конвенции под данные этим дизайном не диагностируется; корректная формула вердикта: замок подтверждён вне воспроизводимого класса poor-fits, а не всеми кривыми. Стратифицированная версия: вне шести напряжённых кривых замок непревзойдён в обеих половинах.

B.4. Υd-пиннинг: отделение вырождения от систематики

Галактика	χ(Υd = 0,5)	χ_min	Υd_free	Чтение
DDO 154	21,1	17,9	0,05	долина плоская — вырождение, пиннинг неинформативен
DDO 064	14,2	8,3	0,48	Υd = 0,5 внутри долины — замок держит
D 512-2	5,2	2,4	0,26	долина широкая, Υd = 0,5 приемлем

Галактика	χ(Υd = 0,5)	χ_min	Υd_free	Чтение
DDO 168	61,3	12,0	0,05 ⚠	Υd = 0,5 в 5 раз хуже — не вырождение
D 564-8	47,2	9,8	0,05 ⚠	то же
D 631-7	68,4	21,1	0,05 ⚠	то же
CamB	134	27,2	0,05 ⚠	жёсткая отсечка
DDO 161	312	66,1	0,05 ⚠	жёсткая отсечка

Таблица B.2. Пиннинг при замке (g† = 3260, Υd = 0,5) против свободного минимума. Разделение диагностическое: у DDO 154 «Υd = 0,05» — нейтральное вырождение (кривая газодоминирована, Υd почти невидим); у пяти напряжённых кривых долина не простирается до Υd = 0,5 — они требуют одновременно Υd → 0 и меньшей a_0. Это исключает объяснение «фит сползает в Υ-вырождение»: кривые систематически завышаются моделью при любом разумном звёздном вкладе — напряжение сидит в данных/систематике, а не в декомпозиции. Дубль с независимой реализацией конвейера дал те же числа.

B.5. Расширенная панель (канал TGIU)

Галактика	N	$d\chi^2$	g†_opt	Υd на замке	Статус / примечание
IC 2574	30	2,6	2930	0,14	реабилитация: полная кривая (30 точек) подтверждает замок
UGC 00128	12	3,4	1450	2,44	Υd у верхней границы; литература [33]: 2,47
UGC 00731	11	2,6	1500	2,58	то же; литература: 2,60
UGC 05764	9	1,9	1600	2,97	то же; литература: 3,02
NGC 7814	13	1,2 (0,4 с D-марг.)	3100	0,74	подтверждение; «тяготение D на 2–3σ» не воспроизводится
NGC 4100	7	1,5	2950	0,55	подтверждение
NGC 3972	10	2,0	2700	0,60	подтверждение
F563-1	4 (частично)	3,8	1900	0,90	историческая «вырожденность» не подтверждена; полная кривая (13 точек) добыта; прогон запланирован

Таблица B.3. Литературные Υd — Da Silva [33]; совпадение UGC-тройки до второго знака — валидация фит-механизма и воспроизведение прогноза «Υd упираются в верх prior». Для NGC 7814 D-маргинализация (D = 14,1 ± 0,5 Мпк, i = 71° ± 5°) даёт $d\chi^2$ = 1,2 → 0,4, Υd = 0,74 → 0,70: расхождение с [33] объясняется их совместным MCMC-фитом Υd–D, а не данными. Декомпозиции панели — одноканальные (TGIU), кроме перекрёстно сверенных DDO 154, DDO 161, CamB.

B.6. Тесты-защиты отказников

Тест	CamB	DDO 161	Вердикт
EFE (внешнее поле)	нужно подавление ×2,2 на внутренних точках; доступно < 3 %	нужно ~23 %; доступно < 5 % (сосед > 3 Мпк)	снят как объяснение
Υgas = 1,5	—	g†: 1229 → 1900; $d\chi^2$: 52 → 24	закрывает половину; остаётся фактор ~2 по a_0
D/i-маргинализация	21,0 → 20,9 (фрагмент)	—	не спасает; требуемые сдвиги за пределами 1σ

Таблица B.4. Окружение для EFE — по литературным классификациям поля [31]; Υgas = 1,5 — экстремальная версия (Vgas в SPARC уже содержит 1,33-поправку). Природа напряжения: у CamB — внутренние точки (R = 0,16–0,73 кпк; размывание луча телескопа (beam smearing) при V ≈ 2–7 км/с [30]); у DDO 161 — равномерный сдвиг по всей кривой (модель завышает даже при Υd на границе; эквивалентно a_0 в 2,5–2,7 раза ниже замка).

B.7. Независимые литературные контроли

(i) Li et al. 2018 [30] (MCMC, маргинализация Υ^*, D, i): poor fits — CamB, DDO 168, D 631-7, F571-8, IC 4202; «~10 % таких случаев неизбежны в любой базе»; планка intrinsic-разброса RAR после маргинализации — 0,057 dex. Наша картина отказников совпадает построчно. (ii) Hrubec [32]: DDO 161 — AIC_MOND = 3829 против AIC_NFW = 321 — третий независимый провал на этой кривой. (iii) Chae et al. 2020 [31]: популяционный EFE-тренд RAR ~ 0,05 dex — по своей природе не спасает отдельную кривую на 0,2–0,35 dex. (iv) Независимый глобальный фит SPARC [33a]: χ^2/N = 1,38 (MOND-simple) против 0,57 (cored) — ориентир для глобальной статистики.

B.8. Перекрёстные совпадения с ядром ГГР

(1) Замок цикла (3260) совпадает со свободным фит-ом сценария D раздела 6 (3260): одна и та же константа получена двумя независимыми путями. (2) DDO 168: патология раздела 6.3 ($\Upsilon d \to 0$, χ^2_red = 15,3) воспроизводится в цикле как «мягкая» кривая с Υd на нижней границе и $\chi(\Upsilon d = 0{,}5)/\chi$_min = 61/12 — согласие двух ветвей. (3) DDO 154 и IC 2574 — эталонные подтверждения в обеих ветках (χ^2_red(D) = 0,05 в пилоте; dχ^2 = 0,09 в цикле; IC 2574 реабилитирована на полной кривой из 30 точек). (4) CamB — полностью первичный отказник с валидированной декомпозицией: единственный живой честный вызов замку; его статус совпадает с литературным «poor fit» [30].

B.9. Реестр дефектов цикла

№	Дефект	Класс	Как пойман
1	Потеря деления на R в невязке	«потерянный R» — 5 рецидивов	синтетика с восстановлением параметров; межпрогонная воспроизводимость
2	Линейная σ вместо квадратуры	конвенция ошибок	аналитическая сверка конвенций
3	Суммирование χ^2 по сетке Υd вместо минимизации	агрегация	несоответствие с независимым скалярным путём
4	Лишний внешний корень в ν (наклон 3/4 вместо 1/2)	форма функции	проверка deep-MOND предела; стенд слеп из-за самосогласованности
5	Вырожденная синтетика (одинаковые профили газа и диска)	тестовый стенд	реалистичные профили: газ на плато, диск растёт
6	Забытый фактор 2 в σ при переходе V → g	конвенция ошибок	аналитический тест на фрагменте CamB (χ^2: 51 → 21)
7	Перепутанные оси unravel_index	индексация	ручной дебаг на DDO 161 / CamB
8	Неверная единица перевода ускорений (0,962 вместо $3{,}24\cdot10^{-14}$)	единицы	попутная проверка масштабов
9	Рецидив №1: g_pred сравнивалась с V^2 без деления на R	«потерянный R»	синтетика: параметры не восстановились (7,16 вместо 0,70)
10	nansum: молчаливый нулевой вес точек с $A \le 0$ (центральная депрессия газа DDO 064)	молчаливое исключение данных	предупреждение NaN; явная маска по конвенции Lelli (g_bar > 0)
11	Генератор синтетики с лишним ньютоновским членом $V_{obs} = \sqrt{(A + \nu\cdot A)}$	тестовый стенд	χ на истине 19,4 вместо ~4
12	Повторная потеря R в перезаписанном коде (y = A/g† вместо A/(R·g†))	«потерянный R»	межпрогонная сверка: DDO 154 дал g†_opt = 8339 вместо 3109

Таблица B.5. Все «сенсации» ранних прогонов цикла (отказ IC 2574, hi/lo-бимодальность, тренд r = 0,83, корреляция r = 0,90) прослежены к этим дефектам и сняты — либо перекрёстной сверкой каналов, либо внутренней согласованностью, либо литературой. Самый коварный класс — «потерянный R» (5 рецидивов): только жёсткий синтетический стенд с восстановлением параметров и межпрогонная воспроизводимость ловят его надёжно.

B.10. Границы притязаний цикла

(1) Панель: 8 полных первичных кривых плюс ~15 верифицированных фрагментов из 175 каталога; страницы 2+ недоступны; доля poor-fits (25 % на восьми) алфавитно смещена к карликам — окончательная оценка требует полного каталога. (2) F563-1 — частичная кривая; полная добыта и ждёт прогона. (3) Декомпозиции расширенной панели — одноканальные, кроме перекрёстно сверенных. (4) Все числа — в конвенции $\sigma_int = 0{,}13$ dex; при $\sigma_int = 0$ даже эталонные кривые дают $\chi > 0$ — выбор σ_int является главной методологической развилкой и зафиксирован до прогонов. (5) Рабочие файлы конвейера и первичных данных сохранены в архиве цикла; для публикации требуется загрузка в постоянный репозиторий (OSF или аналог, п. 8).

Итоговая формула цикла: замок $g\dagger = 3260$ ((км/с)^2/кпк) подтверждён на независимых первичных данных вне воспроизводимого класса poor-fits; отказники согласованы с тремя независимыми литературными группами и не объясняются систематиками первого порядка (EFE, D/i, Υ-вырождение); вердикт воспроизводим побайтово. Следующий шаг — страницы 2+ каталога и полный выборочный прогон (пп. 1–2 раздела 8).

Литература

[1] Бьянкони G. — энтропийное действие на сетях.

[2] Дора В., Муханов С. Ф. — термодинамика когерентных состояний и полуклассические уравнения Эйнштейна.

[3] Карлен Е., Маас А. — градиентная структура релаксации относительно метрики Кубо–Мори–Боголюбова.

[4] Шпон Н. — крупномасштабная динамика взаимодействующих частиц.

[5] Отт Е., Антонсен Т. — точная редукция Курамото.

[6] McGaugh S. S. и др. — соотношение RAR (литературная калибровка $g\dagger = 1{,}20 \pm 0{,}02 \cdot 10^{-10}$ м/с^2).

[8] Кроупа Р. — функции масс звёздных населений.

[9] Шабрье В. — функции масс звёздных населений.

[10] Шпон Н. — гидродинамические пределы, функционал свободной энергии.

[27] Бутылкин В. Г. — предшествующие работы цикла ГГР.

[29] Lee J. G. и др. (Eöt-Wash, 2020) — предел на юкавоподобный потенциал до 38,6 мкм.

[30] Li P., Lelli F., McGaugh S. S., Schombert J. M. — Testing the Radial Acceleration Relation with individual SPARC galaxies. A&A 615, A15 (2018).

[31] Chae K.-H. et al. — Testing the External Field Effect on the Radial Acceleration Relation of galaxies (SPARC population). ApJ 904, 51 (2020).

[32] Hrubec J. — NSI Revisited: Negative Results on SPARC Rotation Curves and a Pragmatic Hybrid with Dark Halos (препринт).

[33] Da Silva R. — Маржинализованный анализ разброса RAR на SPARC (arXiv:2610.05871, предварительная публикация).

[33a] Независимый глобальный фит SPARC (viXra:2608.0074, предварительная публикация).

[34] SPARC-замковый цикл (Приложение B): первичные данные — зеркальный каталог SPARC (HuggingFace: scidata-hub/sparc-rotation-curves); перекрёстный канал — TGIU (arXiv:2604.13489).