Спектральная космология нулевого поля. Теория. (Zero-field spectral cosmology. Theory)

Евгений Монахов
ООО "VOSCOM ONLINE" Research Initiative
ORCID: 0009-0003-1773-5476

Аннотация

Предлагается гипотеза о том, что физическое пространство-время и взаимодействия возникают из более фундаментального вероятностного поля, существующего на нулевом уровне энтропии. В этом состоянии отсутствуют пространство и время, а присутствуют лишь амплитуды и вероятностные поля, представляющие потенциальные конфигурации всех возможных энергий и взаимодействий. Сформулированы базовые постулаты, приведены предварительные математические соотношения и набросан план исследований, направленных на сопоставление данной модели с известными физическими законами и константами.

1 Вводная интуиция и постулаты ZFSC

1.1 Постулат 1: Нулевой уровень энтропии

Предполагается существование фундаментального пред-геометрического уровня, на котором отсутствуют классические расстояния, пространственне и временные измерения, а энтропия стремится к нулю:

$$S \to 0.$$

Формально начальное состояние представляется чистым квантовым состоянием ρ на вероятностно-амплитудной структуре $\mathcal{H}$ с нулевой энтропией

$$S(\rho) = -\mathrm{Tr}\,(\rho \ln \rho) = 0.$$

На этом уровне Вселенная описывается чистым вероятностным полем амплитуд:

$$\Psi = \sum_i a_i |i\rangle,$$

где $\{|i\rangle\}$ — потенциальные конфигурации (пространства, энергии, взаимодействия), а $a_i \in \mathbb{C}$ — их амплитуды.

- Обозначим гильбертово пространство «потенциальных состояний» $\mathcal{H}$.

- На $\mathcal{H}$ задан **самосопряжённый оператор** (наблюдаемый)

$$\boxed{\Lambda = L + M} \tag{1}$$

где L — «внутрисекторная» часть (локальные связи), M — «межсекторные» связи (смешивания).

Физический смысл. Спектр $\{\lambda_k^{\text{eff}}\}$ оператора Λ кодирует потенциальные «частоты» $\tilde{\omega}_k$ элементарных **мод**, из которых потом эмерджируют частицы, поля и геометрия.

1.2 Собственные моды и базовые формулы

$$\Lambda \mathbf{v}_k = \lambda_k^{\text{eff}} \mathbf{v}_k, \qquad \tilde{\omega}_k \equiv \sqrt{\lambda_k^{\text{eff}}}\ (\geq 0). \tag{2}$$

- $\mathbf{v}_k$ — собственный вектор (форма «моды»).
- $\lambda_k^{\text{eff}} \geq 0$ — собственное значение (квадрат «частоты»).
- $\tilde{\omega}_k$ — эффективная «частота» моды.

Массы частиц.

$$\boxed{m_k = \frac{\hbar}{c^2}\tilde{\omega}_k = \frac{\hbar}{c^2}\sqrt{\lambda_k^{\text{eff}}}} \tag{3}$$

- $\hbar$ — редуцированная постоянная Планка.
- c — скорость света в вакууме.

Смешивания (PMNS/CKM).

$$\boxed{U_{\alpha i} \sim \langle \alpha | \mathbf{v}_i \rangle} \tag{4}$$

- $|\alpha\rangle$ — базис «ароматов/секторов» (электронный, мюонный, и т.д.).
- Перекрытия собственных векторов дают **углы смешивания** и **фазу CP**.

2 Эмерджентная геометрия: как «рождаются» время и пространство

2.1 Спектральный переход (ZFST): «Великое развёртывание»

Гипотеза перехода. «Большой взрыв» заменяем на **спектральный переход нулевого поля (ZFST)** — быстрый режим роста связности и появления не-нулевой энтропии S.

Вводим «прото-время» τ — параметр эволюции спектра под действием некоторого **градиентного потока** (минимизации «спектрального действия»):

$$\frac{d\Lambda}{d\tau} = -\frac{\delta \mathcal{S}_{\text{spec}}}{\delta \Lambda}, \qquad \mathcal{S}_{\text{spec}} = \operatorname{Tr} f\left(\frac{\Lambda}{\Lambda_*}\right). \tag{5}$$

- f — положительная затухающая функция (например, сглаженный срез спектра).
- Λ_* — масштаб отсечки (Планков порядок).
- **Смысл:** система «раскладывает» высокие и низкие моды в структуру с минимальным «спектральным действием».

Эмерджентное физическое время.

$$\boxed{t(\tau) = \int^{\tau} \zeta\big(S(\tau')\big)\, d\tau', \quad \zeta' > 0} \tag{6}$$

- $\zeta(S)$ — монотонная «скорость часов»: пока $S \approx 0$, физическое время «почти стоит»; при росте S часы «включаются».

2.2 Спектральный зазор и масштабный фактор

Определим **первый ненулевой зазор**:

$$\lambda_1(\tau) = \min\{\lambda_k^{\text{eff}}(\tau) > 0\}, \qquad \xi(\tau) \sim \frac{1}{\sqrt{\lambda_1(\tau)}}. \tag{7}$$

- ξ — корреляционная длина (размер областей когерентности).
- **Допущение:** масштабный фактор $a \propto \xi$:

$$\boxed{a(\tau) \propto \frac{1}{\sqrt{\lambda_1(\tau)}}} \;\Rightarrow\; H \equiv \frac{\dot{a}}{a} = -\frac{1}{2}\frac{\dot{\lambda}_1}{\lambda_1}. \tag{8}$$

Если на фазе ZFST $\lambda_1(\tau)$ падает **экспоненциально**,

$$\lambda_1(t) = \lambda_1(0)\, e^{-2Ht} \;\Rightarrow\; a(t) \propto e^{Ht}, \tag{9}$$

получаем **инфляцию без инфлатона**: ускоренное расширение — чистая спектральная динамика.

2.3 Вакуумная энергия и энтропийное подавление

Эффективная плотность «вакуума» из нулевых энергий мод (с энтропийным весом):

$$\boxed{\rho_{\text{vac}}(S,a) = \frac{\hbar}{2V(a)} \sum_k \tilde{\omega}_k\, F\big(\tilde{\omega}_k, S\big)\, \Theta\big(k_c(a) - k\big)} \tag{10}$$

- $V(a) \propto a^3$ — объём;
- $\frac{\hbar}{2}\tilde{\omega}_k$ — нулевая энергия моды;
- $F(\tilde{\omega}, S) \in [0,1]$ — **энтропийный фактор подавления** высоких частот при росте S;
- Θ — оконная функция с «скользящей» отсечкой $k_c(a)$ (космологическая комодовость).

Физика: пока сумма слабо меняется $\Rightarrow w = p/\rho \approx -1$ и инфляция идёт; по мере «выключения» подавляющих факторов инфляция останавливается, энергия перераспределяется в **локализованные моды** (нагрев).

2.4 Спектральная размерность и поэтапное развёртывание 1D $\to$ 3D

Спектральная размерность d_s вводится через тепловой след (heat trace):

$$K(s) = \mathrm{Tr}\, e^{-s\Lambda} \;\sim\; \frac{1}{(4\pi s)^{d_s/2}} \quad (s \to 0^+). \tag{11}$$

- При ZFST возможна стадия $d_s \simeq 1$ (квазилинейные цепочки связей), затем потоком (5) сеть получает **три эквивалентных «направления»** связности $\Rightarrow d_s \to 3$.

Почему именно 3D + время? (Гипотеза минимальности.) Конфигурации с $d_s = 1$ нестабильны (слишком малые объёмы корреляций), $d_s \geq 4$ — спектрально «дорогие» (много высоких мод без достаточного подавления). Минимум «спектрального действия» достигается при **трёх** почти равных ортогональных связях — т.е. 3D.

Где «сидят» другие измерения? В блоках Λ с **большими зазорами** ($\lambda_{\text{compact}} \gg \lambda_1$) — их корреляционные длины микроскопичны, они остаются **компактифицированными**. Вклад в ρ_{vac} от них подавлен $F(\tilde{\omega}, S)$, но они:

- сдвигают калибровочные константы (через интегрирование высоких мод),
- вносят малые поправки к массам/смешиваниям,
- могут давать слабые «скрытые» взаимодействия.

3 Массы, поколения и смешивания

3.1 «Лестница поколений»

Эмпирически в каждом семействе видим три иерархических уровня. ZFSC моделирует это «лестницей»:

$$\boxed{\mu = \{0, \varepsilon, c\varepsilon\}, \qquad m_i^2 \propto \lambda_0 + \mu_i} \tag{12}$$

- $\lambda_0 \geq 0$ — базовый сдвиг уровня (общий «фон» сектора);
- $\varepsilon > 0$ — шаг;
- $c > 1$ — **отношение иерархии** (ключевая характеристика семейства).

Из двух масс $\to c$. Например, для лептонов (порядок $e \to \mu \to \tau$):

$$c_\ell = \frac{m_\tau^2 - m_e^2}{m_\mu^2 - m_e^2} \approx 2.828 \times 10^2. \tag{13}$$

Для нейтрино (в терминах разностей): $c_\nu = \frac{\Delta m_{31}^2}{\Delta m_{21}^2} \approx 34$.

3.2 Микромодель «поколений»: матрица $B(\delta, r, \dots)$

Минимальная 3×3-версия:

$$\boxed{B(\delta, r; g_L) = \begin{pmatrix} 0 & g_L & 0 \\ g_L & \delta & r \\ 0 & r & 0 \end{pmatrix}, \quad \mathrm{spec}(B) = \left\{0, \ \frac{\delta \pm \sqrt{\delta^2 + 4(g_L^2 + r^2)}}{2}\right\}} \tag{14}$$

- δ — «центральный сдвиг» (асимметрия центрального узла);
- r — правый «плечевой» канал связи; g_L — левый канал.

Для отсортированных уровней ($\lambda_{\min} < \lambda_{\mathrm{mid}} < \lambda_{\max}$) и $\lambda_{\mathrm{mid}} = 0$ (как в (14)) «лестничное» отношение

$$\boxed{c = \frac{\lambda_{\max} - \lambda_{\min}}{\lambda_{\mathrm{mid}} - \lambda_{\min}} = \frac{2\sqrt{\delta^2 + 4(g_L^2 + r^2)}}{\sqrt{\delta^2 + 4(g_L^2 + r^2)} - \delta}} \tag{15}$$

и в режиме большой δ:

$$\boxed{c \approx \frac{\delta^2}{g_L^2 + r^2} + 2} \quad (\delta^2 \gg g_L^2 + r^2). \tag{16}$$

Смысл: огромные иерархии c естественно получаются при большом центральном сдвиге δ и узкой «горловине» связей (малые g_L, r).

6×6 и асимметрии. Практически мы используем расширенную 6×6-матрицу с рёбрами g_L, g_R и асимметриями $h_{1,2,3}$, что позволяет:

- поддержать разные иерархии в секторах (ν, ℓ, u, d);
- вводить **общие параметры** (унификация) и проверять предсказательность.

3.3 Предсказание лёгкой массы из двух тяжёлых

Если лестница $\{0, 1, c\}$ и мы идентифицируем $\mu \to 1$, $\tau \to c$, то

$$s^2 = \frac{m_\tau^2 - m_\mu^2}{c - 1}, \qquad \boxed{m_{\mathrm{light}}^2 = m_\mu^2 - s^2} \tag{17}$$

- s^2 — общий «масштаб» сектора;
- **важно:** тут c — **предсказанный** моделью (из спектра B), а не вычисленный из трёх масс (иначе это тождество, а не предсказание).

4 Гравитация и кривизна из спектра

4.1 Эвристика для G

Суммарная «жёсткость» вакуума, складывающаяся из всех мод:

$$\boxed{\frac{1}{G_{\mathrm{eff}}} \sim \sum_k \hbar \tilde{\omega}_k W_k} \tag{18}$$

- W_k — вес, зависящий от структуры мод и подавления (аналог «спектрального действия»).

Идея: чем больше высокочастотных мод задействовано (с учётом $F(\tilde{\omega}, S)$), тем больше «упругость» геометрии (меньше G).

4.2 Вклад отдельной моды в кривизну

В линейном режиме:

$$\boxed{\delta R^{(k)}_{\mu\nu} \simeq \frac{8\pi G}{c^4} T^{(k)}_{\mu\nu}, \qquad T^{(k)}_{\mu\nu} \propto m_k u_\mu u_\nu} \tag{19}$$

- u_μ — 4-скорость носителя моды;
- m_k из (3); суммарно $\sum_k \delta R^{(k)}_{\mu\nu}$ формирует наблюдаемую кривизну.

Это связывает **массы** и **кривизну** как две стороны одного спектрального «механизма» Λ.

5 Тёмная энергия и «почему она мала»

5.1 Формула вакуума и подавление

Вернёмся к (10): малая ρ_Λ обеспечивается:

- подавлением $F(\tilde{\omega}, S)$ для «компактных» высоких мод (блоки с большими λ);
- «скользящей» отсечкой $k_c(a)$, уменьшающей вклад ультрафиолета при росте a.

Эффективное уравнение состояния.

$$w + 1 \simeq -\frac{d \ln \rho_{\text{vac}}}{d \ln a} \simeq -\frac{d \ln F}{d \ln a} \quad \text{(малое)}. \tag{20}$$

Ожидается $w \approx -1$ с крошечным дрейфом — космологически проверяемый след.

6 Почему 1D $\to$ 3D, а не другие измерения, и «где они сидят»

1. **Стадия 1D.** При самом начале ZFST сеть связи «тонкая», спектральный зазор λ_1 велик, $d_s \approx 1$. Масштаб $a \propto 1/\sqrt{\lambda_1}$ растёт экспоненциально (9).
2. **Развилка к 3D.** Минимум $\mathcal{S}_{\text{spec}}$ достигается при трёх почти равноправных «направлениях» связей (энтропийная эффективность): $d_s \to 3$.
3. **Почему не 4D?** Для $d_s \geq 4$ характерный спектр $\rho(\lambda)$ даёт слишком сильный ультрафиолет без достаточного подавления F, что делает ρ_{vac} нестабильной/слишком большой (эвристически: «дорого» в спектральном действии).
4. **Остальные измерения** застревают в «компактных» блоках Λ с большими зазорами λ_{compact}:

- корреляционная длина $\xi_{\text{compact}} \sim 1/\sqrt{\lambda_{\text{compact}}}$ микроскопична;
- их вклад в наблюдаемую динамику идёт через **ренормировку констант**, малые смещения масс/смешиваний и ρ_Λ.

7 Вычислительная программа и проверяемые следствия

7.1 Матрицы поколений и коэффициент c

Мы используем матрицы $B(\delta, r; g_L, g_R, h_{1,2,3})$ размера 3, 4 или 6. В простейшем 3×3 случае c задаётся (15)–(16); в 6×6 — численно по трём **фиксированным уровням** (важно не выбирать триплет под таргет, иначе возникает скрытая подгонка).

Практическое правило (честность):

- выбираем одно правило триплета (напр., «три нижних уровня») и **не меняем его** между секторами;
- в унификационных режимах c **предсказывается**, а не подгоняется.

7.2 Предсказание лёгких масс

Для лептонов:

$$m_e^{\text{pred}} = \sqrt{m_\mu^2 - \frac{m_\tau^2 - m_\mu^2}{c_\ell^{\text{pred}} - 1}}, \tag{21}$$

где c_ℓ^{pred} извлечён из спектра B в том же **унификационном режиме**, что и для нейтрино, кварков и т.д. Аналогично можно строить предсказания для лёгких кварков (u, d) из (c, s, t) или (d, s, b).

7.3 Инструментарий

- **Режимы:** `independent_all`, `shared_r_all`, `shared_delta_all`, `full_unify_all`, `grand_unify_all`, `grand_unify_all_scaled`.
- **Критерии «прорыва»:** в жёстких режимах (`full_unify_all`) одновременно
  - $z_\nu \lesssim 2\sigma$ (по c_ν),
  - $z_e \lesssim 2\sigma$ (по m_e^{pred} с 1% модельной σ),
  - и глобальный $z \lesssim 2\sigma$.
- **Технические замечания:**
  - не использовать c_ℓ^{exp} при оптимизации, если цель — **предсказать** m_e;
  - выбор триплета уровней — **фиксированный** (например, «три нижних»);
  - массы кварков сопоставлять при фиксированном $\overline{\text{MS}}$-масштабе.

8 Набор уравнений ZFSC (минимальная «система» с комментариями)

1. **Собственные моды:** $\Lambda \mathbf{v}_k = \lambda_k^{\mathrm{eff}} \mathbf{v}_k$.
2. **Масса моды:** $m_k = \frac{\hbar}{c^2}\sqrt{\lambda_k^{\mathrm{eff}}}$.
3. **Смешивание:** $U_{\alpha i} \sim \langle \alpha | \mathbf{v}_i \rangle$.
4. **Лестница:** $\mu = \{0, \varepsilon, c\varepsilon\}$, $m_i^2 \propto \lambda_0 + \mu_i$.
5. **Коэффициент иерархии (3×3):** $c = \frac{2\sqrt{\delta^2+4(g_L^2+r^2)}}{\sqrt{\delta^2+4(g_L^2+r^2)}-\delta} \simeq \frac{\delta^2}{g_L^2+r^2} + 2$.
6. **Предсказание лёгкой массы:** $m_{\mathrm{light}}^2 = m_\mu^2 - (m_\tau^2 - m_\mu^2)/(c-1)$.
7. **Энтропийная динамика:** $\frac{d\Lambda}{d\tau} = -\frac{\delta \mathcal{S}_{\mathrm{spec}}}{\delta \Lambda}$, $t(\tau) = \int \zeta(S)\, d\tau$.
8. **Зазор–масштабный фактор:** $a \propto 1/\sqrt{\lambda_1}$, $H = -\frac{1}{2}\frac{\dot\lambda_1}{\lambda_1}$.
9. **Вакуумная энергия:** $\rho_{\mathrm{vac}} = \frac{\hbar}{2V}\sum_k \tilde\omega_k F(\tilde\omega_k, S)\Theta(k_c - k)$.
10. **Гравитационная «жёсткость»:** $G_{\mathrm{eff}}^{-1} \sim \sum \hbar \tilde\omega_k W_k$.
11. **Линейная гравитация моды:** $\delta R_{\mu\nu}^{(k)} \simeq \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}^{(k)}$.
12. **Спектральная размерность:** $K(s) = \mathrm{Tr}\, e^{-s\Lambda} \sim (4\pi s)^{-d_s/2}$.

Каждый коэффициент:

- $\hbar, c$ — фундаментальные константы (масштабируют связь «частота → масса»).
- $\delta, r, g_L, g_R, h_{1,2,3}$ — **геометрия связей** в пред-геометрической сети (определяют форму спектра и, следовательно, c, массы и смешивания).
- ε, λ_0 — «шаг» и базовый сдвиг в лестничной аппроксимации уровня.
- $F(\tilde\omega, S)$, $k_c(a)$ — феноменологические подавления УФ-вклада (энтропия и масштаб), подлежащие калибровке.
- W_k — вес вклада мод в «жёсткость» геометрии (зависит от нормировки спектрального действия).

9 Наблюдаемые следствия и тесты

1. **Нейтринные иерархии:** c_ν крупный (~ 34), устойчивый к деталям; диапазон $m_{\beta\beta}$ для $0\nu\beta\beta$ (мелкий $\sim$ мЭв).
2. **Лептоны:** предсказание m_e из (μ, τ) при **общих** параметрах B с нейтрино (через shared-режимы).
3. **Калибровочные константы:** через субструктуры Λ — возможность соотнести феноменологические константы с «средней связностью» подграфов (общая логика спектрального действия).

4. **Инфляция:** малый тензорный сигнал r и слабый running, выражаемые через $d \ln \lambda_1 / dt$.

5. **Тёмная энергия:** $w \approx -1$ с микродрейфом $w + 1 \sim -d \ln F / d \ln a$.

6. **Незаметные измерения:** отсутствие развёртывания прочих измерений проявляется как **малые, но коллективные** поправки к массам и константам.

10 Дорожная карта исследований

- **(A)** Зафиксировать архитектуру B (малое число параметров) и **одно правило** выбора триплета.
- **(B)** Калибровать **минимально** (например, Δm^2 для ν и μ, τ для ℓ), **предсказывать** остальное (m_e, $m_{\beta\beta}$, углы PMNS/CKM, m_W/m_Z).
- **(C)** Считать χ^2, **z-уровни** по независимым наблюдаемым, **Global z** с учётом числа параметров.
- **(D)** Проверить стабильность к вариациям диапазонов/сеток (без «скрытой подгонки триплетом»).
- **(E)** Если нужно, **одна** новая ручка (например, слабая асимметрия) — и снова тест на предсказательность.

11 Заключение

ZFSC предлагает цельную картину, где **один спектр** $\Lambda = L + M$ на нулевом вероятностном поле последовательно порождает:

- **массы** (через $\sqrt{\lambda_k^{\text{eff}}}$),
- **смешивания** (через собственные векторы),
- **гравитацию** (через суммарную «жёсткость» мод),
- **инфляцию** (через экспоненциальное падение спектрального зазора),
- **малую тёмную энергию** (энтропийное подавление нулевых мод),
- **3D-пространство + время** (из спектральной минимальности),
- и оставляет «прочие измерения» в компактных блоках Λ, где они тонко влияют на константы.

```
@misc{prob_field_hypothesis_ru_2025,
  author       = {Евгений Монахов and ООО "VOSCOM ONLINE" Research Initiative},
  title        = {Спектральная космология нулевого поля. Теория.},
  year         = {2025},
  publisher    = {Zenodo},
  orcid        = {0009-0003-1773-5476},
```

```
  url_orcid    = {https://orcid.org/0009-0003-1773-5476},
  organization = {https://voscom.online/}
}
```