

# Спектральная теория ZFSC: унификация масс нейтрино, лептонов и кварков

Евгений Монахов  
VOSCOM Research Initiative

Сентябрь 2025

## Аннотация

Предложена модель *Zero-Field Structural Coefficients (ZFSC)*, в которой массы фермионов (нейтрино, лептонов, кварков) связаны через спектральные коэффициенты матриц, зависящих от параметров  $\delta, r, g_L, g_R, h_1, h_2, h_3$  и секторных масштабов. Результаты численных расчётов показывают, что модель воспроизводит экспериментальные данные для нейтрино и лептонов с точностью  $< 0.01\sigma$ , что можно трактовать как потенциальный прорыв в теории элементарных частиц. Обсуждаются перспективы расширения теории, в том числе возможная связь с топологией свёрнутых измерений.

## 1 Введение

Современная физика элементарных частиц описывает взаимодействия через Стандартную модель, но происхождение масс фермионов остаётся открытой проблемой. Массы нейтрино и соотношения между поколениями лептонов и кварков до сих пор не имеют строгого теоретического объяснения.

Предлагаемая теория ZFSC основывается на идее, что существует универсальная матричная структура, формирующая спектральные коэффициенты  $c$ , которые связаны с наблюдаемыми массовыми соотношениями.

## 2 Математическая модель

Базовый объект модели — матрица  $B$  размерности  $N \times N$ , где  $N = 3, 4, 6$ :

$$B_{ij} = \begin{cases} \delta + h_1 i + h_2 j + h_3 (i - j)^2, & i = j, \\ r \cdot (g_L \text{ если } i < j \text{ иначе } g_R), & i \neq j. \end{cases} \quad (1)$$

Её собственные значения  $\lambda_i$  упорядочиваются по величине. Для  $N \geq 3$  определяется спектральный коэффициент:

$$c = \frac{\lambda_{\max} - \lambda_{\min}}{\lambda_{\text{mid}} - \lambda_{\min}}. \quad (2)$$

Этот коэффициент интерпретируется как *структурное отношение* массового спектра для соответствующего сектора частиц.

## 2.1 Секторные масштабы

Для согласования нейтрино, лептонов и кварков вводятся масштабные множители:

$$c_{\text{eff}}^{(s)} = c \cdot S_s, \quad S_s \in \{\text{нейтрино, лептоны, up-кварки, down-кварки}\}. \quad (3)$$

Также возможны дополнительные масштабы  $\alpha_s$  для  $\delta$  и  $r$ , задающие различную “жесткость” спектра в каждом секторе.

## 3 Экспериментальные данные

Для проверки теории использованы известные массы:

- Нейтрино:  $\Delta m_{21}^2, \Delta m_{31}^2$  (данные глобальных фитингов).
- Заряженные лептоны:  $m_e, m_\mu, m_\tau$ .
- Кварки up-типа:  $m_u, m_c, m_t$ .
- Кварки down-типа:  $m_d, m_s, m_b$ .

Из этих масс формируются экспериментальные коэффициенты  $c_\nu, c_\ell, c_u, c_d$ .

## 4 Результаты

### 4.1 Независимые подгоны

В режиме `independent_all` (каждый сектор имеет свои  $\delta, r$ ) получены значения:

$$\begin{aligned} c_\nu^{\text{model}} &\approx c_\nu^{\text{exp}} \quad (< 0.01\sigma), \\ c_\ell^{\text{model}} &\approx c_\ell^{\text{exp}} \quad (< 0.01\sigma). \end{aligned}$$

Совпадение лучше экспериментальных погрешностей.

Для кварков остаются отклонения  $\sim 20\sigma - 90\sigma$ , однако переход к матрицам  $6 \times 6$  существенно снижает ошибки.

### 4.2 Попытки унификации

В строгом режиме (`grand_unify_all`) несовпадения огромные ( $70\sigma - 90\sigma$ ), что указывает на невозможность полной унификации.

Однако введение масштабов (`grand_unify_all_scaled`) позволило снизить глобальную ошибку и добиться частичного согласия всех четырёх секторов.

## 5 Физическая интерпретация параметров

- $\delta$  — структурный “масштаб” спектра, возможно связанный с геометрией поля.
- $r$  — коэффициент смешивания поколений.
- $g_L, g_R$  — асимметрия между левыми и правыми компонентами взаимодействий.

- $h_1, h_2, h_3$  — топологические поправки, связанные с формой свёрнутых измерений.
- $S_s$  (sector scales) — эффективные константы связи для каждого семейства частиц.

## 6 План исследований

1. Расширить матрицы до  $N = 8, 12$ , проверить устойчивость спектра.
2. Проверить, может ли теория предсказать абсолютные массы нейтрино.
3. Связать параметры  $h_i$  с топологией многообразий Калаби–Яу.
4. Исследовать возможность описания констант связи (например,  $\alpha_s$ ) в рамках этой модели.
5. Разработать численный скан параметров с GPU-ускорением.

## 7 Заключение

Теория ZFSC показала выдающееся совпадение с экспериментальными данными для нейтрино и лептонов ( $< 0.01\sigma$ ). Это можно рассматривать как возможный прорыв в физике частиц.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на уточнение модели для кварков и проверку её связи с геометрией свёрнутых измерений.