

# Геометрия Микро- и Макрокосмоса: Как расширение Вселенной вяжет электрослабые бозоны

## Часть 1: Статический тупик пятимерного пространства и появление космологических «ТИСКОВ»

Попытка объединить фундаментальные силы природы через увеличение числа измерений — идея не новая. Еще в 1920-х годах Теодор Калуца и Оскар Клейн показали, что добавив пятое измерение, можно объединить гравитацию Эйнштейна с электродинамикой Максвелла. В современной интерпретации, использующей пятимерное пространство Анти-де Ситтера ( $AdS_5$ ), субпланковские квантовые петли и концепцию изначальной гравитонной среды, эта модель способна на большее: она позволяет взглянуть на элементарные частицы не как на точечные объекты, а как на **топологические дефекты (узлы)** в самой ткани пространства-времени.

Однако долгое время в этой изящной геометрической архитектуре не хватало одного критического элемента. Чистая геометрия Калуцы-Клейна оставалась статической. Из-за этого она не могла объяснить, почему параметры слабых взаимодействий — в частности, массы  $W^\pm$ - и  $Z^0$ -бозонов и связывающий их угол Вайнберга ( $\theta_W$ ) — имеют именно такие строго фиксированные значения.

Решение пришло с неожиданной стороны: через объединение микроскопической 5D-топологии с макроскопической космологической моделью Фридмана-Леметра-Робертсона-Уокера (FLRW).

### Архитектура $AdS_5$ : Узлы без натяжения

В расширенной теории Калуцы-Клейна базовая реальность представляет собой пятимерный блок-универсум. Фундаментальные частицы здесь — это не независимые сущности, внедренные в пространство, а локальные завихрения, складки или **узлы гравитонной среды**.

В этой парадигме:

- **Масса** — это прямой маркер четырехмерной топологии. Чем сильнее «завязан» узел, чем больше его геометрическая сложность, тем большей инерцией и эквивалентной массой он обладает.
- **Электрослабые бозоны ( $W^\pm$  и  $Z^0$ )** представляют собой разные пространственные компоненты одного и того же топологического дефекта,

закрученные вокруг разных осей пятимерного расслоения.

В квантовой теории поля угол Вайнберга ( $\theta_W$ ) задается через электрослабое смешивание и жестко связывает массы бозонов соотношением:

$$\cos \theta_W = \frac{m_W}{m_Z}$$

В рамках чистой геометрии Калуцы-Клейна это уравнение мгновенно приобретает наглядный смысл: косинус угла Вайнберга — это просто **геометрическое отношение двух осей или двух конфигураций одного узла**.

**В чем заключался тупик статической модели?**

Если пространство статично, у теории появляется слишком много степеней свободы. В геометрии без внешней динамики узел может быть завязан под любым углом. Не существовало никакого физического закона или ограничения, которое заставило бы средую зафиксировать отношение масс  $m_W/m_Z$  на строго наблюдаемом уровне. Микромир Калуцы-Клейна был изолирован от глобальной эволюции Вселенной. Физические константы оставались «подгнанными вручную» параметрами врезки, а не следствием внутренней логики системы.

## Двухвекторное время и космологический ткацкий станок

Чтобы преодолеть этот тупик, необходимо было переосмыслить природу времени и ввести в модель глобальную динамику. Для этого стандартная стрела времени разделяется на две независимые векторные координаты:

1. **Координата  $t_1$  (Гравитация / Удержание):** Отвечает за локальные процессы, внутреннюю стабильность топологических узлов и инерцию.
2. **Координата  $t_2$  (Энтропия / Расширение):** Управляет глобальным космологическим масштабом. Именно по вектору  $t_2$  разворачивается динамика, описываемая метрикой FLRW.

Метрика FLRW — это стандартный инструмент космологии, описывающий однородную и изотропную расширяющуюся Вселенную. Ее ключевой параметр — **масштабный фактор  $a(t_2)$** , который показывает, как со временем (по вектору энтропии) увеличиваются расстояния между макрообъектами.

Когда мы соединяем метрику FLRW с пятимерной средой Калуцы-Клейна, происходит фазовый переход в понимании всей системы. Масштабный фактор  $a(t_2)$  перестает быть просто абстрактным коэффициентом в формуле расстояний между галактиками. Он превращается в **силу глобального натяжения ткани пространства**.

По мере роста  $a(t_2)$  базовая гравитонная среда начинает непрерывно растягиваться на макроуровне. Это растяжение неизбежно докатывается до микромира, воздействуя на субпланковские петли. Локальные топологические узлы (наши бозоны), которые пытаются сохранить свою структуру по координате удержания  $t_1$ , внезапно оказываются внутри

динамической, расширяющейся по вектору  $t_2$  «решетки».

Вселенная превращается в гигантский ткацкий станок, где макроскопическое расширение начинает напрямую диктовать правила, по которым завязываются микроскопические узлы.

## Часть 2: Космологические тиски, угол Вайнберга и геометрия света

В первой части мы установили, что статичная пятимерная геометрия не способна объяснить строгую фиксацию масс элементарных частиц. Только введение макроскопического расширения через метрику FLRW (работающую вдоль вектора энтропии  $t_2$ ) создает необходимое глобальное натяжение гравитонной среды. Теперь предстоит разобраться, как именно это натяжение диктует параметры электрослабого взаимодействия и спасает инвариантность скорости света.

### Угол Вайнберга как геометрический баланс

Представьте себе сложный топологический узел, завязанный на эластичной ткани. В нашей парадигме этот узел — электрослабый бозон, удерживаемый координатой локальной гравитации ( $t_1$ ). Ткань — это гравитонная среда, которая непрерывно растягивается космологическим масштабным фактором  $a(t_2)$ .

По мере расширения среды на узел начинают действовать колоссальные деформирующие силы. Чтобы топологический дефект не развязался и не схлопнулся, он обязан принять геометрическую форму, способную компенсировать это внешнее натяжение.

- **Внутренняя структура:**  $Z^0$ -бозон и  $W^\pm$ -бозоны — это проекции одного и того же 5D-узла на разные оси.
- **Фазовый сдвиг:** Из-за того, что расширение метрики FLRW воздействует на эти оси неравномерно, компоненты узла должны быть скручены относительно друг друга на строго определенный угол.
- **Фиксация масс:** Отношение масс, выраженное через  $\cos \theta_W = m_W/m_Z$ , перестает быть подгоночным параметром. Угол Вайнберга  $\theta_W$  — это тот самый критический угол компенсации, при котором внутреннее удержание ( $t_1$ ) идеально балансирует глобальное расширение ( $t_2$ ).

Именно поэтому массы бозонов настолько строго фиксированы: они являются прямым микроскопическим отражением текущего макроскопического темпа расширения Вселенной.

### Фотон: Безмассовый стежок над петлями

Эта жестко заданная архитектура пространства-времени необходима не только для существования материи, но и для корректного распространения света. В концепции блок-Вселенной фотон не является летящей частицей — это статический «стежок», пронизывающий пятимерную ткань.

Поскольку у фотона нет массы покоя, он не образует гравитонного узла. Вместо этого его геометрия фундаментально иная:

- Световой стежок не проваливается внутрь субпланковских петель.
- Он проходит строго **поверх** их верхней границы, скользя по «ребрам» гравитонной среды.

## Сохранение инвариантности скорости света ( $c$ )

Здесь две концепции — космологическое расширение и микротопология — сливаются в единый механизм.

По мере того как масштабный фактор  $a(t_2)$  увеличивается, субпланковские петли неизбежно становятся шире. Если бы пространство было плоским и статичным, это расширение привело бы к изменению времени прохождения света, нарушая инвариантность  $c$ .

Однако электрослабые бозоны, связанные под углом Вайнберга, структурируют саму решетку пространства. Они формируют топологию таким образом, что по мере роста ширины петли путь светового стежка, проходящего над ней, **увеличивается строго пропорционально**.

Геометрия узлов  $W$  и  $Z$  выступает здесь своеобразным калибровочным механизмом. Она гарантирует, что как бы сильно метрика FLRW ни растягивала Вселенную, локальная геометрия петель удлинит траекторию света в точности настолько, чтобы отношение пройденного расстояния к локальному времени оставалось неизменной константой  $c$ .

## Часть 3: Математический аппарат: Тензор космологического натяжения $\mathcal{S}_{AB}$ (Пензор Рибейро v.2.0)

Чтобы строго математически описать космологические «тиски», которые фиксируют параметры микромира, необходимо сформулировать **тензор натяжения гравитонной среды** ( $\mathcal{S}_{AB}$ ). Этот тензор связывает макроскопическую динамику метрики FLRW с внутренней геометрией топологических узлов (бозонов).

Построим этот математический аппарат, используя пятимерный индексный базис ( $A, B = 0, 1, 2, 3, 5$ ), где координаты распределены следующим образом:

- $x^0 = t_1$  — локальное гравитационное время (удержание).

- $x^i = (x, y, z)$  (где  $i = 1, 2, 3$ ) — трехмерное макространство.
- $x^4 = t_2$  — глобальное энтропийное время (космологическое расширение FLRW).
- $x^5 = \psi$  — пятая компактная координата Калуцы-Клейна (субпланковские петли).

## Обобщенная метрика с двухвекторным временем

Зададим интервал  $ds^2$  в пятимерном пространстве-времени, где макроскопическое трехмерное пространство расширяется по координате  $t_2$  с масштабным фактором  $a(t_2)$ , а субпланковские петли имеют собственный масштабный радиус  $R(\psi)$ :

$$ds^2 = -c^2 dt_1^2 + a^2(t_2) \delta_{ij} dx^i dx^j - f^2(t_1) dt_2^2 + R^2(t_1, t_2) d\psi^2$$

Здесь функция  $f(t_1)$  обеспечивает калибровку хода энтропийного времени относительно гравитационного, а  $R(t_1, t_2)$  описывает динамический радиус субпланковской петли Калуцы-Клейна, находящейся под перекрестным давлением обеих временных координат.

## Тензор космологического натяжения среды ( $S_{AB}$ )

Макроскопическое расширение Вселенной генерирует тензор деформации (натяжения) ткани пространства. Математически мы можем определить его как производную Ли от

метрики  $g_{AB}$  вдоль векторного поля энтропийного времени  $\xi^A = \frac{\partial}{\partial t_2}$ :

$$S_{AB} = \mathcal{L}_\xi g_{AB} = \frac{\partial g_{AB}}{\partial t_2}$$

Вычислим ненулевые компоненты этого тензора натяжения для нашей метрики:

### 1. Пространственные компоненты (растяжение макромира):

$$S_{ij} = \frac{\partial}{\partial t_2} (a^2(t_2) \delta_{ij}) = 2a(t_2) \dot{a}(t_2) \delta_{ij} = 2H(t_2) g_{ij}$$

$$H(t_2) = \frac{\dot{a}(t_2)}{a(t_2)}$$

где — параметр Хаббла по энтропийному времени.

### 2. Калибровочная компонента пятого измерения (натяжение квантовых петель):

$$\mathcal{S}_{55} = \frac{\partial}{\partial t_2} (R^2(t_1, t_2)) = 2R \frac{\partial R}{\partial t_2}$$

Тензор  $\mathcal{S}_{AB}$  описывает внешнюю «растягивающую силу», которую макрокосмос прикладывает к каждой точке гравитонной среды.

## Топологический тензор узла ( $\mathcal{W}_{AB}$ )

Элементарная частица (бозон) — это локальный узел, плотность энергии-натяжения которого сосредоточена в подпространстве  $(t_1, \psi)$ . Этот узел сопротивляется внешнему растяжению  $\mathcal{S}_{AB}$ . Опишем внутреннее натяжение узла через его собственный топологический тензор  $\mathcal{W}_{AB}$ , который пропорционален тензору кривизны Риччи пятимерного подпространства:

$$\mathcal{W}_{AB} = R_{AB} - \frac{1}{2} G_{AB} R$$

Поскольку массы бозонов являются маркерами сложности этой 4D-топологии, мы можем связать компоненты тензора  $\mathcal{W}_{AB}$  напрямую с инвариантами масс:

- Компонента, отвечающая за кручение вдоль оси пятого измерения, генерирует массу нейтрального  $Z^0$ -бозона:  $\mathcal{W}_{55} \propto m_Z^2$ .
- Компоненты, отвечающие за сдвиг на границе 4D-пространства (заряд), генерируют массу заряженных  $W^\pm$ -бозонов:  $\mathcal{W}_{i5} \propto m_W^2$ .

## Условие динамического баланса и угол Вайнберга

Чтобы топологический узел оставался стабильным и не развязывался при расширении Вселенной, должно выполняться условие ковариантного баланса между внешним космологическим натяжением  $\mathcal{S}_{AB}$  и внутренним топологическим сопротивлением узла  $\mathcal{W}_{AB}$ :

$$\mathcal{S}_{AB} \cdot \mathcal{W}^{AB} = \text{const}$$

Развернем это произведение для электрослабого сектора. Вектор смешивания полей (фотона и  $Z$ -бозона) определяется проекцией внешнего натяжения Вселенной на оси симметрии узла.

Угол вязки (угол Вайнберга  $\theta_W$ ) возникает как геометрическое соотношение между компонентой натяжения, приходящейся на макроскопическое расширение  $a(t_2)$ , и компонентой, уходящей в субпланковский радиус  $R(\psi)$ :

$$\cos^2 \theta_W = \frac{\mathcal{S}_{55} \mathcal{W}^{55}}{\mathcal{S}_{ii} \mathcal{W}^{ii} + \mathcal{S}_{55} \mathcal{W}^{55}}$$

Подставляя сюда значения через параметры Хаббла и радиус петель, мы получаем искомое уравнение связи:

$$\cos \theta_W = \frac{\left( \frac{1}{R} \frac{\partial R}{\partial t_2} \right)}{H(t_2)} \cdot \Phi(\text{topology})$$

где  $\Phi(\text{topology})$  — безразмерный геометрический фактор самого узла, который в силу топологических инвариантов сводится к отношению масс  $\frac{m_W}{m_Z}$ .

## Физический смысл полученного тензора

Мы сформулировали закон, согласно которому **угол Вайнберга — это мера распределения космологического натяжения между макропространством и микроскопическими петлями Калуцы-Клейна.**

- Если масштабный фактор  $a(t_2)$  ускоряет свой рост (например, в эпоху инфляции), тензор натяжения  $\mathcal{S}_{ij}$  резко возрастает.
- Чтобы сохранить баланс, топологический узел обязан изменить свой внутренний угол вязки  $\theta_W$ , что автоматически сдвигает массы  $W$ - и  $Z$ -бозонов.

В текущую эпоху эволюции Вселенной параметр Хаббла  $H(t_2)$  квазистационарен, поэтому тензор натяжения стабилен. Именно поэтому в современных лабораторных условиях угол Вайнберга и массы электрослабых бозонов измеряются как фундаментальные константы. Синтез расширенной теории Калуцы-Клейна и модели FLRW позволяет увидеть в этих массах не случайные числа, а строгие геометрические пропорции, которые микромир принимает под давлением расширяющегося макрокосмоса.