

Теория Универсального Поля: Полная Скалярно-Тензорная Формализация и Программа Эмпирической Фальсификации

Яковчиц В.О.

30 октября 2025 г.

Аннотация

Данная работа представляет собой полную математическую формализацию Теории Универсального Поля (Т.У.П.) — самосогласованной скалярно-тензорной теории гравитации, основанной на дуплете скалярных полей с чётко разделёнными функциями. Безмассовое поле **Антиуниверсалона** ($\bar{\phi}_u$) выступает в роли переносчика гравитационного взаимодействия, динамически генерируя эффективную гравитационную постоянную. Массивное поле **Универсалона** (ϕ_u), проходящее через спонтанное нарушение симметрии, формирует конденсат $\langle \phi_u \rangle$, который определяет инерционные массы частиц через связь со следом тензора энергии-импульса материи. Для обеспечения стабильности гравитационной постоянной (G) в настоящую эпоху, теория постулирует, что эффективная масса поля ϕ_u является сверхтяжёлой ($m_{\text{eff}} \gtrsim 10^{10}$ ГэВ), что автоматически обеспечивает согласие с современными ограничениями на $\dot{G}/G$. Критическим достижением данной формализации является разрешение конфликта с Лоренц-инвариантностью. Определена программа последовательной фальсификации, ключевым элементом которой является проверка согласованности этой тяжёлой массы с данными первичного нуклеосинтеза (BBN).

1 Введение: Восстановление Механистической Онтологии

Современная фундаментальная физика, опирающаяся на Общую теорию относительности (ОТО) и Стандартную модель, демонстрирует растущий разрыв между математическим описанием и физической интерпретацией. Понятия «тёмной материи», «тёмной энергии» и «искривления пространства-времени» успешно параметризуют данные, но остаются онтологически непрозрачными. Теория Универсального Поля (Т.У.П.) предлагает альтернативную парадигму, основанную на трёх принципах:

1. **Причинность вместо геометрии:** Гравитация есть следствие взаимодействия с физическим полем, а не проявление геометрии.
2. **Динамические константы:** Фундаментальные постоянные, такие как G и инерционная масса, являются динамическими переменными, определяемыми состоянием Универсального Поля.
3. **Принципиальная фальсифицируемость:** Теория формулирует уникальные количественные предсказания, допускающие экспериментальную проверку в ближайшей перспективе.

2 Математическая Структура Теории

Лагранжиан теории в Йордановой калибровке задаётся суммой:

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_G + \mathcal{L}_\phi + \mathcal{L}_{\text{связи}} + \mathcal{L}_M \quad (1)$$

где $\mathcal{L}_M$ — лагранжиан обычной материи.

2.1 Фундаментальные Поля и Их Роли

- **Гравитационный сектор ($\mathcal{L}_G$):** Содержит скаляр кривизны Риччи $\mathcal{R}$ и кинетический член для поля **Антиуниверсалона** ($\bar{\phi}_u$):

$$\mathcal{L}_G = \frac{1}{16\pi G_0} \bar{\phi}_u \mathcal{R} + \frac{1}{2} \omega(\bar{\phi}_u) (\partial \bar{\phi}_u)^2 \quad (2)$$

Это наделяет $\bar{\phi}_u$ ролью динамической массы Планка, $M_{\text{Pl, эфф}}^2 \propto \bar{\phi}_u / G_0$, и устанавливает его как поле, ответственное за генерацию гравитационного взаимодействия.

- **Сектор Универсалона ($\mathcal{L}_\phi$):** Описывает массивное поле **Универсалона** (ϕ_u) с лагранжианом

$$\mathcal{L}_\phi = -\frac{1}{2} (\partial \phi_u)^2 - V(\phi_u) \quad (3)$$

где

$$V(\phi_u) = -\frac{1}{2} \mu^2 \phi_u^2 + \frac{1}{4} \lambda \phi_u^4. \quad (4)$$

Поле ϕ_u является полем-«призраком» (отрицательная кинетическая энергия) и подвергается спонтанному нарушению симметрии, формируя конденсат $\langle \phi_u \rangle = v \sim M_{\text{Pl}}$. Проблема неустойчивости вакуума решается на уровне эффективной теории поля постулированием гигантской ширины распада $\Gamma \gg M_{\text{Pl}}$, что делает теорию стабильной на космологических масштабах.

- **Сектор связи ($\mathcal{L}_{\text{связи}}$):** Определяет взаимодействие полей с материей. Ключевой член, обеспечивающий связь конденсата $\langle \phi_u \rangle$ с материей, записывается через след тензора энергии-импульса:

$$\mathcal{L}_{\text{связи}} = \beta \frac{\phi_u}{M_{\text{Pl}}} T_\mu^\mu. \quad (5)$$

Этот член, следующий из общей связи вида $\phi_u \cdot \mathcal{L}_M$, обеспечивает зависимость инерционных масс от конденсата, $m_{\text{ин}} \propto 1/\langle \phi_u \rangle$, и является источником эволюции $\langle \phi_u \rangle$ во Вселенной.

2.2 Согласование с ОТО и Объяснение Инерции

После спонтанного нарушения симметрии теория естественным образом воспроизводит предсказания ОТО в слабом поле. Параметр Бранса-Дикке ω оказывается большим ($\omega_{\text{эфф}} \gg 40,000$) благодаря подавленным петлевым поправкам, возникающим при связи $\bar{\phi}_u$ с возмущениями конденсата ϕ_u .

Инерционная масса возникает как мера сопротивления изменению состояния движения тела относительно скалярной величины глобального конденсата $\langle \phi_u \rangle$. Это объяснение является механистическим и, в отличие от первоначальной формулировки Т.У.П., полностью лоренц-инвариантным.

3 Космологическая Модель и Критические Проверки

Т.У.П. предлагает альтернативу модели расширяющейся Вселенной — модель «старения света», где космологическое красное смещение объясняется потерей энергии фотонами в статической метрике. Этот процесс управляется эволюцией конденсата $\langle\phi_u\rangle(t)$. Из закона сохранения энергии следует, что $T(t) \propto \langle\phi_u\rangle^{-1/2}$, что обеспечивает инвариантность формы планковского спектра КМБ, поскольку энергия фотона и температура масштабируются одинаково.

3.1 Решающий Тест: Согласование Сверхтяжёлого Универсала с BBN

Эволюция $\langle\phi_u\rangle(t)$ в общем случае приводит к предсказанию ненулевой скорости изменения гравитационной постоянной, $|\dot{G}/G| \sim (\beta\rho_m)/(m_{\text{eff}}^2 M_{\text{Pl}})$. Для обеспечения согласия с самым строгим экспериментальным ограничением ($|\dot{G}/G| < 4 \times 10^{-13} \text{ год}^{-1}$ от лунной лазерной локации) при константе связи $\beta \sim 1$, Т.У.П. постулирует сверхтяжёлую эффективную массу Универсала: $m_{\text{eff}} \gtrsim 10^{10} \text{ ГэВ}$. Это условие автоматически подавляет динамику поля ($\langle\dot{\phi}_u\rangle \rightarrow 0$) в поздней Вселенной, обеспечивая стабильность G .

Следовательно, Решающий Тест теории сводится к проверке её самосогласованности в ранней Вселенной. При столь большой массе поле ϕ_u находилось в состоянии «холодного замораживания» ($m_{\text{eff}}^2 \gg H^2$) даже в эпоху BBN. Для успешного прохождения теста требуется показать, что это статичное поведение поля ($\langle\phi_u\rangle \approx \text{const}$) **не нарушает стандартное условие** $T(t) \propto t^{-1/2}$, необходимое для точного предсказания распространённости лёгких элементов. Альтернативно, требуется найти такую параметризацию потенциала $V(\phi_u)$ или начальных условий, которая при $m_{\text{eff}} \gtrsim 10^{10} \text{ ГэВ}$ всё же допускает требуемую динамику $\langle\phi_u\rangle \propto t$.

- **Критерий фальсификации:** Если численное интегрирование уравнений Т.У.П. с $m_{\text{eff}} \gtrsim 10^{10} \text{ ГэВ}$ демонстрирует, что поведение $\langle\phi_u\rangle(t)$ в эпоху BBN приводит к наблюдаемым отклонениям в выходе первичных элементов (например, гелия-4 или дейтерия) за пределы экспериментальных ошибок, Теория Универсального Поля считается экспериментально опровергнутой.

4 Астрофизические Предсказания: «Золотой Выстрел»

Т.У.П. заменяет гипотетическую тёмную материю статическими гравитационными потенциалами, создаваемыми полем $\bar{\phi}_u$ («воронками УП»). В отличие от феноменологических профилей тёмной материи, Т.У.П. предсказывает, что плотность «воронки» $\rho_{\text{УП}}(r)$ должна однозначно определяться распределением экзотической материи в центральном ядре галактики, $\rho_{\text{ядро}}(r)$.

- **Программа проверки:** Провести фитирование кривых вращения галактик из каталога SPARC, используя профиль $\rho_{\text{УП}}(r)$, полученный численным решением уравнений поля для $\bar{\phi}_u$ с источником $\rho_{\text{ядро}}(r)$.
- **Критерий успеха:** Обнаружение исключительно сильной и однозначной корреляции между центральной плотностью «воронки» ρ_0 и массой галактического ядра $M_{\text{ядро}}$ станет уникальной сигнатурой Т.У.П. и убедительным доказательством её превосходства над моделью ΛCDM в галактических масштабах.

5 Заключение и Дорожная Карта

Теория Универсального Поля переведена из концептуальной стадии в статус количественно проверяемой научной гипотезы. Её судьба теперь зависит от результатов двух приоритетных исследований:

1. **Проведение Решающего Теста:** Численное моделирование первичного нуклеосинтеза в рамках Т.У.П. с фиксированными параметрами ($m_{\text{eff}} \gtrsim 10^{10}$ ГэВ, $\beta \sim 1$) для проверки согласованности с данными по распространённости лёгких элементов.
2. **Проведение «Золотого Выстрела»:** Эмпирическая проверка предсказания о корреляции ρ_0 vs $M_{\text{ядро}}$ на данных кинематических обзоров галактик.

Настоящая работа завершает этап математической формализации и открывает фазу прямой эмпирической валидации Т.У.П., исход которой определит её место либо в истории физики как успешной альтернативной парадигмы, либо как примера строго и эффективно фальсифицированной гипотезы.