

Мартынов Владимир Алексеевич

*к.э.н, доцент ФГБОУ ВО «ТГУ имени Г.Р. Державина» (1998– 2011),
аналитик департамента цен и тарифов Тамбовской области, г. Тамбов*

**КОСМОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДА
ПЕРВИЧНОГО МИНИМОННОГО КОНДЕНСАТА В СВЕРХТЯЖЕЛЫЕ
БОЗОНЫ С ФРАКТАЛЬНОЙ СТРУКТУРОЙ СВЯЗАННЫХ
ВАКУУМНЫХ ПОЛЕЙ**

Аннотация: В статье предложена новая космологическая модель эволюции ранней Вселенной на основе квантово-гравитационного фазового перехода первичного облака бесстолкновительных легких частиц (минимонов). Показано, что при достижении предела плотной геометрической упаковки планковских ячеек ($\sim 75\%$) происходит микрогравитационный коллапс минимонов в стабильные экстремальные черные дыры (максимоны М.А. Маркова). Выделяющаяся энергия связи (в 10^{30} раз превышающая массу покоя) распределяется между модами инфляции вакуума (70%), реликтовым остатком холодной темной материи (25%) и барионной компонентой (5%). Описан механизм формирования масс реальных элементарных частиц (включая бозон Хиггса) за счет радиального квантования уравнения Дирака во фрактальном пространстве-времени и логарифмической компенсации массы ядра глубоким гравитационным дефектом массы.

Ключевые слова: максимон, минимон, уравнение Дирака, дефект массы, бозон Хиггса, инфляция Вселенной, темная материя, фрактальное пространство, матрица плотности.

Abstract: The paper proposes a novel cosmological model for the evolution of the early Universe based on a quantum-gravitational phase transition of a primary cloud of collisionless light particles (minimons). It is demonstrated that upon reaching the geometric limit of dense packing of Planck cells ($\ll 75\%$), a micro-gravitational

collapse of minimons into stable extreme black holes (M.A. Markov's maximons) occurs. The released binding energy, which exceeds the rest mass by a factor of 10^{30} , is distributed among vacuum inflation modes (70%), a relic remnant of cold dark matter (25%), and the baryonic component (5%). The mechanism governing the mass formation of real elementary particles (including the Higgs boson) is described via the radial quantization of the Dirac equation in fractal spacetime and the logarithmic compensation of the core mass by a deep gravitational mass defect.

Keywords: maximon, minimon, Dirac equation, mass defect, Higgs boson, inflation of the Universe, dark matter, fractal space, density matrix.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из фундаментальных проблем современной квантовой космологии остается природа начальной сингулярности и механизм калибровки масс элементарных частиц Стандартной модели. Классические работы академика М.А.Маркова [1, 878], [2, 878], [3, 115-117] ввели понятие максимона с планковской массой $M_{\text{pl}} \sim 2,18 \times 10^{-5}$ г и частицы с минимальной массой, отличной от нуля, - минимона. Автором была выдвинута гипотеза о массе минимонов порядка $3,5 \times 10^{-35}$ г и о их распаде на максимоны при коллапсе Вселенной до планковских величин [5, 413-420]. Однако динамика перехода от планковских объектов к наблюдаемому спектру легких частиц (например, бозону Хиггса с массой $\sim 10^{-22}$ г) требует привлечения нелинейных квантово-гравитационных механизмов.

В данной работе рассматривается выдвинутый автором сценарий, в котором реальные адроны и бозоны представляют собой составные системы, состоящие из планковского ядра, удерживающего вокруг себя многослойную «шубу» из виртуальных вакуумных полей [5, 416].

1. КОСМОЛОГИЧЕСКИЙ ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД И КРИТЕРИЙ

КЕПЛЕРА

Предположим, что на начальном этапе эволюции вследствие флуктуаций физического вакуума формируется первичное разреженное облако слабовазаимодействующих низкоэнергетических фермионов - минимонов с затравочной массой:

$$m_m = M_{pl} \times 10^{-30} \approx 2,18 \times 10^{-35} \text{ г } (\approx 12,2 \text{ эВ}/c^2);$$

Под действием собственного гравитационного потенциала облако коллапсирует. При достижении критической планковской плотности $\rho_{pl} \sim 5,16 \times 10^{93} \text{ г/см}^3$ вместо непрерывной геометрии пространства-времени появляется дискретная решетка планковских ячеек.

Максимально возможная плотность упаковки жестких сферических ячеек в пространстве определяется геометрическим пределом гипотезы Кеплера:

$$\eta = \frac{V_{\circ}}{V} = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} \approx 0,7405$$

Здесь $V_{\circ}$ — это суммарный объём всех шаров в упаковке, а V - объём всего пространства, которое они занимают.

С учетом фрактальных флуктуаций микроструктуры вакуума предел перколяции (критического зацепления ячеек) составляет $\sim 75\%$. В этот момент примерно 75% минимонов, образующих жесткий пространственный каркас, испытывают индуцированный квантовым давлением переход в состояние максимонов (микро-черных дыр). Оставшиеся примерно 25% частиц оказываются изолированными в геометрических порах (пустотах) решетки, избегают коллапса и формируют современную бесстолкновительную Холодную Темную Материю (CDM).

2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС И ИНФЛЯЦИЯ

Высвобождающаяся при перестройке планковских ячеек энергия связи на одну частицу составляет $\Delta E = M_{pl}c^2$, что превосходит энергию аннигиляции минимона в 10^{30} раз. Полная энергия фазового перехода системы из N частиц равна:

$$E_{total} = 0,75 \cdot N \cdot M_{pl} \cdot c^2;$$

То есть, эта энергия связана с дефектом массы системы, в которой целое не равно сумме его частей, и проявляется, как разность между массой всего целого и суммой масс его частей.

Распределение этой энергии в соответствии с наблюдаемой топологией Вселенной подчиняется следующим квантовым пропорциям:

Вакуумная компонента (70%):

М.А. Марков отмечал, что в конечной стадии коллапса материя исчезает (превращаясь в Λ -член) [4, с.297].

Действительно, энергия $0,70 \times E_{total}$ как бы «возмущает» дискретную структуру пространства-времени, меняет его геометрию, переводя вакуум в метастабильное состояние с тензором энергии - импульса, индуцирующим отрицательное давление:

$$P = - p_{vac} \cdot c^2.$$

Этот процесс приводит к экспоненциальной стадии инфляции Фридмана с постоянной Хаббла:

$$H = \sqrt{8\pi G p_{vac}}/3.$$

Барионная компонента (5%): Энергия $0,05 \cdot E_{total}$ расходуется на локальный разогрев (Reheating) до температуры $T \sim 10^{28}$ К и динамическое формирование калибровочных полей вокруг родившихся максимонов.

3. РАДИАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СЛОЕВ ВАКУУМНОЙ «ШУБЫ»

Состояние виртуальной «шубы», захваченной гравитацией максимона, описывается смешанным квантовым состоянием. Частичная матрица плотности p_{shuba} получается путем взятия частичного следа (partialtrace) по степеням свободы заблокированных горизонтом планковских ячеек:

$$p_{shuba} = T_{shuba} = \text{Tr}_{\text{ячейка}} \{(\Psi) (\Psi)\};$$

где волновая функция спинорного поля Ψ подчиняется нелинейному уравнению Дирака-Фока-Иваненко во фрактальном пространстве размерности $d_f = 2 + \varepsilon$:

$$(i\hbar \gamma^\mu D_\mu^{fractal} - M_{pl}c) \Psi(x) = 0; \quad D_\mu^{fractal} \approx l_{pl}^\varepsilon \frac{\partial}{\partial x^\mu};$$

Радиальные решения уравнения Дирака квантуются по слоям решетки $r_n = n x l_{pl}$. Выделяются три доминирующие зоны (оболочки):

Гравитационная ($n = 1...10$): вклад гравитационной оболочки определяет компенсацию массы ядра.

Электрослабая ($n = 10...10^5$): формирует резонансные колебания, отвечающие за массу бозона Хиггса и W/Z-бозонов.

Лептонно-фотонная ($n > 10^5$): простирается до комптоновского радиуса частицы λ_c и задает калибровочные заряды.

4. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ДЕФЕКТА МАССЫ

Вычисление массы реальной частицы $M_{\text{реальн}}$ основано на усреднении гамильтониана Дирака по спектральным слоям матрицы плотности:

$$M_{\text{реальн}} = M_{pl} - \frac{4\pi}{c^2} \int_{l_{pl}}^{\lambda_c} \epsilon(r) \cdot r^{2+\varepsilon} \cdot dr;$$

Принимая во внимание, что радиальная зависимость плотности энергии вакуумной поляризации описывается функцией:

$$E(r) \sim \frac{\hbar c}{r^{3+\epsilon}} \cdot \exp(-r / \lambda_c);$$

Интегрирование во фрактальной метрике дает решение через интегральные показательные функции:

$$M_{\text{реальн}} = M_{\text{pl}} - \frac{4\pi\hbar}{c} [\text{Ei}(-1) - \text{Ei}(-\frac{l_{\text{pl}}}{\lambda_c})];$$

Принимая во внимание асимптотику $\lambda_c \gg l_{\text{pl}}$, получаем аналитическое выражение для результирующей массы:

$$M_{\text{реальн}} = M_{\text{pl}} - \frac{4\pi\hbar}{c} [\ln(\frac{\lambda_c}{l_{\text{pl}}}) - \Upsilon_{\text{Эйлера}}];$$

Уравнение демонстрирует, что наблюдаемая масса бозона Хиггса ($125,25 \text{ ГэВ}/c^2 \approx 2,23 \times 10^{-22} \text{ г.}$) соответствует дефекту масс: она представляет собой остаток планковской массы, уменьшенный за счёт энергии связи фрактальных вакуумных слоёв. При этом симметрия радиальных безвращательных мод колебаний «шубы» строго обуславливает нулевой спин бозона Хиггса, тогда как асимметричные фермионные моды отвечают за состояния с полуцелым спином.

Представляет значительный интерес рассмотрение энергетических процессов в квазарах в свете изложенного, на что указывалось автором ранее [6, с. 883–886].

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ключевым результатом работы является установление согласованной

связи между планковской геометрией пространства и наблюдаемым распределением энергии во Вселенной (тёмная энергия - $\sim 70\%$, тёмная материя - $\sim 25\%$, барионы - $\sim 5\%$). Введение логарифмического дефекта массы в формализме фрактального уравнения Дирака представляет собой новый метод регуляризации, позволяющий избежать ультрафиолетовых расходимостей и одновременно воспроизвести наблюдаемую иерархию масс элементарных частиц в рамках единой теоретической схемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марков, М. А. О возможности существования элементарных частиц со сверхбольшими массами (максимоны) / М. А. Марков // Журнал экспериментальной и теоретической физики. - 1966. - Т. 51, вып. 3 (9). - С. 878–890. - Текст : непосредственный.

2. Марков, М. А. Элементарные частицы максимально больших масс (кварки, максимоны) / М. А. Марков // Журнал экспериментальной и теоретической физики. - 1966. - Т. 51, вып. 3 (9). - С. 878–890. - Текст : непосредственный.

3. Марков, М. А. О «максимоне» и «минимоне» в свете возможной формулировки понятия «элементарной частицы» / М. А. Марков // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. - 1987. - Т. 45, вып. 3. - С. 115–117. - Текст: электронный. - URL: jetpletters.ru (дата обращения: 04.08.2026).

4. Марков, М. А. Проблемы осциллирующей Вселенной / М. А. Марков // Вопросы современной экспериментальной и теоретической физики : [сборник статей] / под ред. А. П. Александрова. - Москва : Наука, 1984. - С. 290–293. - Текст: электронный. - URL: elib.biblioatom.ru (дата обращения: 04.08.2026).

5. Мартынов, В. А. Вопросы взаимосвязи структуры и энергетики макро- и микромира: физические и философские аспекты / В. А. Мартынов // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. - 2002. - Т. 7, вып. 3. - С. 413–420. - Текст: электронный. - URL: elibrary.ru (дата обращения: 04.08.2026).

6. Мартынов, В. А. Энергетические процессы в квазарах / В. А. Мартынов //

Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. - 2003. - Т. 8, вып. 5. - С. 883–886. - Текст: электронный. - URL: elibrary.ru (дата обращения: 04.08.2026).

7. Новиков, И. Д. Проблемы происхождения Вселенной / И. Д. Новиков // *Астрономический журнал*. — 2023. — Т. 100, вып. 8. - С. 649–654. - Текст: электронный. - URL: sciencejournals.ru (дата обращения: 07.08.2026).

8. Creminelli, P. Galilean Genesis: an alternative to inflation / P. Creminelli, A. Nicolis, E. Trincherini // *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. - 2010. - № 11. - Р. 1–25. - Текст: электронный. - URL: researchgate.net (дата обращения: 07.08.2026).

9. Ландау, Л. Д. О точечном взаимодействии в квантовой электродинамике / Л. Д. Ландау, И. Я. Померанчук // *Доклады Академии наук СССР*. - 1955. - Т. 102, вып. 3. - С. 489–492. - Текст: непосредственный.