

КВАНТОВАННАЯ СЕТЬ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ: ОНТОЛОГИЯ И ДИНАМИКА ПЛАСТА КАК ФУНДАМЕНТ ЕДИНОЙ ВОЛНОВОЙ КОСМОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Славутский Глеб Юльевич

15 декабря 2025 г.

Аннотация

Представлена фундаментальная онтологическая модель пространства-времени как единой динамической сущности — «Пласт». Пласт описывается как иерархическая, квантованная сеть, элементарными компонентами которой являются узлы (кванты пространства-времени) и связи между ними (квантованные гравитационные потоки). Активная граница этой сети — СГВ (Сверхнапряжённая Гравитационная Волна)-мембрана — играет роль стабилизирующего контура, носителя топологической памяти Вселенной и триггера её циклической динамики. Данная модель служит прямым онтологическим фундаментом для **Единой Волновой Космологической Модели (ЕВКМ)** [1], позволяя вывести её ключевые уравнения и предсказания, включая механизм аннигиляционного перехода в конце цикла. Показано, как из динамики такой сети эмерджентно возникают фазы инфляции («Удар хлыста»), расширения («распрямление»), формирования крупномасштабной структуры и коллапса («Возврат хлыста»). Механизм коллапса связывается с энергетическим балансом между упругостью сети и накоплением массы-энергии в узлах, где чёрные дыры выступают как катализаторы перестройки сети. Модель предлагает решение проблем Λ CDM (тонкая настройка, природа тёмных компонент, информационный парадокс) без введения *ad-hoc* сущностей, естественным образом обеспечивая сохранение информации и цикличность Вселенной.

Ключевые слова: квантовая гравитация, космология, дискретная структура пространства-времени, теория сетей, голографический принцип, циклическая Вселенная, тёмная материя, тёмная энергия, информационный парадокс, **Единая Волновая Космологическая Модель**.

QUANTIZED SPACE-TIME NETWORK:
ONTOLOGY AND DYNAMICS OF THE STRATUM
AS THE FOUNDATION OF THE UNIFIED WAVE COSMOLOGICAL MODEL Gleb Yu. Slavutsky December 15, 2025

Abstract

A fundamental ontological model of space-time as a single dynamic entity — the "Stratum" — is presented. The Stratum is described as a hierarchical, quantized network whose elementary components are nodes (quanta of space-time) and links between them (quantized gravitational fluxes). The active boundary of this network — the SGW (Superstrained Gravitational Wave) membrane — serves as a stabilizing contour, the carrier of the topological memory of the Universe, and the trigger of its cyclic dynamics. This model provides the direct ontological foundation for the **Unified Wave Cosmological Model (UWCM)** [1], allowing the derivation of its key equations and predictions, including the mechanism of the annihilation transition at the end of the cycle. It is shown how the phases of inflation ("Whip Strike"), expansion ("Straightening"), large-scale structure formation, and collapse ("Whip Return") emergently arise from the dynamics of such a network. The collapse mechanism is linked to the energy balance between the elasticity of the network and the accumulation of mass-energy in its nodes, where black holes act as catalysts for network restructuring. The model offers solutions to Λ CDM problems (fine-tuning, nature of dark components, information paradox) without introducing *ad-hoc* entities, naturally ensuring information preservation and the cyclicity of the Universe.

Keywords: quantum gravity, cosmology, discrete space-time structure, network theory, holographic principle, cyclic universe, dark matter, dark energy, information paradox, **Unified Wave Cosmological Model**.

Содержание

1. Введение: Необходимость новой онтологии 7

1.1 Связь с Единой Волновой Космологической Моделью 9

2. Онтологические постулаты: Пласт как квантованная сеть 11

2.1 Пласт (Ψ) — фундаментальная сущность 11

2.2 СГВ-мембрана (Σ) — активная граница 13

2.3 Наполнение (Φ) — вторичное проявление 15

2.4 Иерархия и масштабная инвариантность 17

3. Динамика: Волна как коллективное возбуждение сети 19

3.1 Синтез: Волновая динамика как коллективный режим сети 19

3.2 Уравнение динамики связи 21

3.3 Фазы космологической эволюции как коллективные режимы 23

3.3.1 «Удар хлыста» (Инфляция) 23

3.3.2 «Распрямление» (Расширение и Ускорение) 25

3.3.3 Структурообразование 27

3.3.4 «Возврат хлыста» (Коллапс цикла) 29

3.3.5 Аннигиляционный фазовый переход и структурная роль антиматерии 31

Table of Contents

1. Introduction: The Need for a New Ontology 8

1.1 Connection with the Unified Wave Cosmological Model 10

2. Ontological Postulates: The Stratum as a Quantized Network 12

2.1 Stratum (Ψ) — The Fundamental Entity 12

2.2 SGW-Membrane (Σ) — The Active Boundary 14

2.3 Content (Φ) — The Secondary Manifestation 16

2.4 Hierarchy and Scale Invariance 18

3. Dynamics: The Wave as a Collective Excitation of the Network 20

3.1 Synthesis: Wave Dynamics as a Collective Regime of the Network 20

3.2 Equation of Link Dynamics 22

3.3 Phases of Cosmological Evolution as Collective Regimes 24

3.3.1 "Whip Strike" (Inflation) 24

3.3.2 "Straightening" (Expansion and Acceleration) 26

3.3.3 Structure Formation 28

3.3.4 "Whip Return" (Cycle Collapse) 30

3.3.5 Annihilation Phase Transition and Structural Role of Antimatter 32

Содержание (продолжение)

4. Обсуждение и принципиальные следствия 33

4.1 Пример: Слияние галактик как процесс перестройки сети 35

4.2 Принцип соответствия и связь с установленной физикой 37

4.3 Наблюдательные следствия: Указание для проверки ЕВКМ 39

5. Заключение и перспективы 41

5.1 Перспективы формализации и наблюдаемые следствия сетевой модели 43

5.2 Конкретная программа вывода феноменологии ЕВКМ 45

6. Библиография 47

7. Благодарности 49

8. Конфликт интересов 50

Table of Contents (continued)

4. Discussion and Fundamental Consequences 34

4.1 Example: Galaxy Mergers as Network Restructuring Processes 36

4.2 Correspondence Principle and Connection with Established Physics 38

4.3 Observational Consequences: Guidance for Testing UWCM 40

5. Conclusion and Prospects 42

5.1 Formalization Prospects and Observable Consequences of the Network Model 44

5.2 Concrete Program for Deriving UWCM Phenomenology 46

6. References 48

7. Acknowledgments 50

8. Conflict of Interests 51

1 Введение: Необходимость новой онтологии

Современная космология, основанная на Общей теории относительности (ОТО) и Стандартной модели физики частиц, достигла значительных успехов. Однако её фундамент — представление о пространстве-времени как о гладком, непрерывном многообразии — сталкивается с принципиальными трудностями: проблема сингулярностей, тонкая настройка начальных условий, необходимость введения гипотетических компонент (тёмная материя, тёмная энергия) и нерешённый информационный парадокс чёрных дыр. Эти проблемы указывают на возможную неполноту парадигмы непрерывного пространства-времени.

Настоящая работа развивает и углубляет онтологические основания **Единой Волновой Космологической Модели (ЕВКМ)** [1], в которой пространство-время постулируется как первичная, фундаментально **дискретная и динамическая сущность** — Пласт. В данной статье мы фокусируемся исключительно на структуре и динамике самого Пласта, представляя его как **иерархическую квантованную сеть**. Его глобальная эволюция описывается **волновой динамикой** как коллективным возбуждением этой сети, а активная граница — СТВ-мембрана — обеспечивает замкнутость системы и механизм цикличности.

Цель работы — дать систематическое описание этой структуры, показав её внутреннюю согласованность и принципиальную способность служить основой для разрешения упомянутых космологических проблем.

1 Introduction: The Need for a New Ontology

Modern cosmology, based on General Relativity (GR) and the Standard Model of particle physics, has achieved significant successes. However, its foundation — the representation of space-time as a smooth, continuous manifold — faces fundamental difficulties: the problem of singularities, fine-tuning of initial conditions, the need to introduce hypothetical components (dark matter, dark energy), and the unresolved information paradox of black holes. These problems indicate the possible incompleteness of the paradigm of continuous space-time.

This work develops and deepens the ontological foundations of the **Unified Wave Cosmological Model (UWCM)** [1], in which space-time is postulated as a primary, fundamentally **discrete and dynamic entity** — the Stratum. In this article, we focus exclusively on the structure and dynamics of the Stratum itself, presenting it as a **hierarchical quantized network**. Its global evolution is described by **wave dynamics** as a collective excitation of this network, and the active boundary — the SGW-membrane — ensures the system's closure and the mechanism of cyclicity.

The goal of this work is to provide a systematic description of this structure, demonstrating its internal consistency and fundamental ability to serve as a foundation for resolving the aforementioned cosmological problems.

1.1 Связь с Единой Волновой Космологической Моделью

Данная работа является **онтологическим и микроструктурным дополнением** к космологической модели, изложенной в [1]. Если в той работе акцент делался на феноменологии (волновое уравнение для Пласта, объяснение тёмных компонент, количественные предсказания), то здесь мы исследуем вопрос: «Какова внутренняя структура Пласта, позволяющая ему проявлять описанную волновую динамику?»

Логика связи между работами:

1. **ЕВКМ (препринт [1])** постулирует Пласт как единую волновую сущность и выводит из этого макроскопические космологические следствия, включая конкретные уравнения для параметра Хаббла $H(z)$, гравитационного потенциала $\Phi_{\text{СГВ}}(r)$ и спектра мощности $P(k)$ (уравнения A.1–A.3 в [1]).
2. **Настоящая работа** предлагает конкретную онтологическую реализацию Пласта как *квантованной сети*, из динамики которой (в приближении среднего поля и при учёте граничных условий) **должна быть выведена** макроскопическая волновая динамика и её конкретные предсказания, сформулированные в [1].

Таким образом, две работы образуют единую исследовательскую программу: «сверху вниз» (от космологии к микроструктуре) и «снизу вверх» (от микроструктуры к космологии). Настоящая модель не заменяет ЕВКМ, а предоставляет для неё возможный фундамент, углубляющий понимание и открывающий новые пути для формализации.

2 Онтологические постулаты: Пласт как квантованная сеть

2.1 Пласт (Ψ) — фундаментальная сущность

Пространство-время не является ареной для полей, а есть единая, неделимая динамическая сущность. Её внутренняя структура описывается как **сеть (граф)** $G = (V, E, t)$, где:

- $V = \{n_i\}$ — множество **узлов**: фундаментальных квантов пространства-времени.
- $E = \{l_{ij}\}$ — множество **связей**: квантованных гравитационных потоков между узлами. Каждой связи сопоставлен динамический параметр **энергии связи** $\varepsilon_{ij}(t)$, определяющий «натяжение» и метрическое расстояние.

1.1 Connection with the Unified Wave Cosmological Model

This work is an **ontological and microstructural complement** to the cosmological model presented in [1]. If that work focused on phenomenology (wave equation for the Stratum, explanation of dark components, quantitative predictions), here we investigate the question: "*What is the internal structure of the Stratum that allows it to exhibit the described wave dynamics?*"

Logic of the connection between the works:

1. **UWCM (preprint [1])** postulates the Stratum as a single wave entity and derives from this macroscopic cosmological consequences, including specific equations for the Hubble parameter $H(z)$, gravitational potential $\Phi_{\text{SGW}}(r)$, and power spectrum $P(k)$ (equations A.1–A.3 in [1]).
2. **This work** proposes a concrete ontological realization of the Stratum as a *quantized network*, from whose dynamics (in the mean-field approximation and considering boundary conditions) the macroscopic wave dynamics and its specific predictions formulated in [1] **must be derived**.

Thus, the two works form a unified research program: "top-down" (from cosmology to microstructure) and "bottom-up" (from microstructure to cosmology). The present model does not replace the UWCM but provides a possible foundation for it, deepening understanding and opening new paths for formalization.

2 Ontological Postulates: The Stratum as a Quantized Network

2.1 Stratum (Ψ) — The Fundamental Entity

Space-time is not an arena for fields but is a single, indivisible dynamic entity. Its internal structure is described as a **network (graph)** $G = (V, E, t)$, where:

- $V = \{n_i\}$ — set of **nodes**: fundamental quanta of space-time.
- $E = \{l_{ij}\}$ — set of **links**: quantized gravitational fluxes between nodes. Each link is associated with a dynamic parameter **link energy** $\varepsilon_{ij}(t)$, determining the "tension" and metric distance.

2.2 СГВ-мембрана (Σ) — активная граница

Пласт является конечной и замкнутой системой. Его граница — СГВ-мембрана — представляет собой **контур сети с экстремально высокой и стабильной энергией связи** ($\varepsilon_\Sigma \rightarrow \max$). Она выполняет ключевые функции: **стабилизации** топологии, **голографической памяти** о состоянии сети и **аккумулятора энергии** между циклами.

2.3 Наполнение (Φ) — вторичное проявление

Вещество и поля являются **возбуждёнными состояниями, модами или конкретными конфигурациями самой сети Пласти**. Масса-энергия Наполнения $M_i(t)$ локализуется в узлах и модифицирует энергию исходящих из них связей.

2.4 Иерархия и масштабная инвариантность

Сеть Пласти обладает иерархической, самоподобной структурой. Узлы и связи образуют **вложенные подграфы** (звёздные системы \rightarrow галактики \rightarrow скопления). Устойчивость структуры на каждом уровне определяется тем, что **суммарная энергия внутренних связей подграфа превышает энергию его связей с внешними узлами**.

3 Динамика: Волна как коллективное возбуждение сети

3.1 Синтез: Волновая динамика как коллективный режим сети

Фундаментальное волновое описание эволюции Пласти, представленное в общей Единой Волновой Космологической Модели [1], не отменяется, а получает микроскопическое обоснование в рамках сетевой парадигмы. **Волновая динамика является эмерджентным, макроскопическим описанием согласованного поведения элементов сети**. А именно:

- Параметр волновой функции $\Psi(t)$ может быть отождествлён с **осреднённым по сети полем энергии связей $\bar{\varepsilon}(t)$** или **характерным масштабом длины связи $l(t)$** .
- Фаза «**распрямления волнового пакета**» соответствует процессу **синхронного увеличения равновесной длины l_{ij} большинства связей** под действием энергии, переданной от СГВ-контра.
- **Уравнение для отдельных связей** (см. ниже) служит микроскопической основой, из которой в приближении среднего поля и при учёте глобальной когерентности, задаваемой граничными условиями на Σ , должно быть выведено **обобщённое волновое уравнение для Ψ** .

В частности, макроскопическое волновое уравнение для Пласти, представленное в [1], должно быть выводимо из усреднения динамики связей. Его конкретные предсказания — модифицированный параметр Хаббла $H(z)$, потенциал $\Phi_{\text{СГВ}}(r)$ для

кривых вращения галактик и спектр мощности с осцилляциями $P(k)$ — возникают как следствия специфических собственных мод и неоднородностей сети.

2.2 SGW-Membrane (Σ) — The Active Boundary

The Stratum is a finite and closed system. Its boundary — the SGW-membrane — represents a **network contour with extremely high and stable link energy** ($\varepsilon_\Sigma \rightarrow \max$). It performs key functions: **stabilization** of topology, **holographic memory** of the network state, and **energy accumulator** between cycles.

2.3 Content (Φ) — The Secondary Manifestation

Matter and fields are **excited states, modes, or specific configurations of the Stratum network itself**. The mass-energy of the Content $M_i(t)$ is localized in nodes and modifies the energy of links emanating from them.

2.4 Hierarchy and Scale Invariance

The Stratum network has a hierarchical, self-similar structure. Nodes and links form **nested subgraphs** (star systems \rightarrow galaxies \rightarrow clusters). The stability of the structure at each level is determined by the fact that **the total energy of internal links of a subgraph exceeds the energy of its links with external nodes**.

3 Dynamics: The Wave as a Collective Excitation of the Network

3.1 Synthesis: Wave Dynamics as a Collective Regime of the Network

The fundamental wave description of the evolution of the Stratum, presented in the general Unified Wave Cosmological Model [1], is not canceled but receives microscopic justification within the network paradigm. **Wave dynamics is an emergent, macroscopic description of the coordinated behavior of network elements**. Specifically:

- The wave function parameter $\Psi(t)$ can be identified with the **network-averaged field of link energies** $\bar{\varepsilon}(t)$ or the **characteristic link length scale** $l(t)$.
- The phase of "wave packet straightening" corresponds to the process of **synchronous increase in the equilibrium length** l_{ij} **of most links** under the influence of energy transferred from the SGW-contour.
- The **equation for individual links** (see below) serves as the microscopic basis from which, in the mean-field approximation and considering the global coherence set by boundary conditions on Σ , **a generalized wave equation for Ψ must be derived**.

In particular, the macroscopic wave equation for the Stratum, presented in [1], must be derivable from averaging the dynamics of links. Its specific predictions — the modified Hubble parameter $H(z)$, potential $\Phi_{\text{SGW}}(r)$ for galactic rotation curves, and

power spectrum with oscillations $P(k)$ — arise as consequences of specific eigenmodes and inhomogeneities of the network.

3.2 Уравнение динамики связи

Изменение энергии связи между узлами подчиняется нелинейному уравнению, учитывающему её собственную упругость и влияние массы-энергии в связанных узлах:

$$\frac{d^2\varepsilon_{ij}}{dt^2} + \omega_0^2\varepsilon_{ij} = F(M_i(t), M_j(t), \varepsilon_{ij}), \quad (1)$$

где ω_0 — собственная частота колебаний связи, а функция F описывает нелинейный отклик. При малых M : $F > 0$ (усиление связи, структурообразование). При превышении критического порога M_{crit} : $F < 0$ (ослабление и коллапс связи, фаза перестройки).

3.3 Фазы космологической эволюции как коллективные режимы

3.3.1 «Удар хлыста» (Инфляция)

Начальное состояние — «Абсолютный Ноль» — соответствует сети с минимальным объёмом и максимально напряжённым СГВ-контуром. «Удар» представляет собой мгновенную передачу энергии от Σ к сети, запускающую **синхронную волну увеличения равновесной длины всех связей** (экспоненциальное расширение).

3.3.2 «Распрямление» (Расширение и Ускорение)

После начального импульса сеть продолжает расширяться по инерции. По мере роста средней длины связей их **среднее натяжение (упругость) уменьшается**. Это снижение внутреннего давления сети макроскопически воспринимается как ускоренное расширение.

3.3.3 Структурообразование

Квантовые флуктуации в начальном импульсе и нелинейность уравнения (2) приводят к тому, что в одних областях сети связи усиливаются, формируя устойчивые сгустки (галактики), а в других остаются слабыми (пустоты).

3.2 Equation of Link Dynamics

The change in link energy between nodes obeys a nonlinear equation that takes into account its own elasticity and the influence of mass-energy in the connected nodes:

$$\frac{d^2\varepsilon_{ij}}{dt^2} + \omega_0^2\varepsilon_{ij} = F(M_i(t), M_j(t), \varepsilon_{ij}), \quad (2)$$

where ω_0 is the natural oscillation frequency of the link, and the function F describes the nonlinear response. For small M : $F > 0$ (strengthening of the link, structure formation). When exceeding the critical threshold M_{crit} : $F < 0$ (weakening and collapse of the link, restructuring phase).

3.3 Phases of Cosmological Evolution as Collective Regimes

3.3.1 "Whip Strike" (Inflation)

The initial state — "Absolute Zero" — corresponds to a network with minimal volume and a maximally strained SGW-contour. The "Strike" represents an instantaneous transfer of energy from Σ to the network, initiating a **synchronous wave of increase in the equilibrium length of all links** (exponential expansion).

3.3.2 "Straightening" (Expansion and Acceleration)

After the initial impulse, the network continues to expand by inertia. As the average link length grows, their **average tension (elasticity) decreases**. This reduction in internal network pressure is macroscopically perceived as accelerated expansion.

3.3.3 Structure Formation

Quantum fluctuations in the initial impulse and the nonlinearity of equation (2) lead to links strengthening in some regions of the network, forming stable clusters (galaxies), while in others they remain weak (voids).

3.3.4 «Возврат хлыста» (Коллапс цикла)

1. **Доминирование чёрных дыр:** В узлах с $M > M_{crit}$ (чёрные дыры) связи дестабилизируются.
2. **Испарение Хокинга как триггер:** Преобразование массы узла в излучение, поглощаемое СГВ, увеличивает её потенциал.
3. **Каскадная перестройка:** При превышении порога числа дестабилизированных узлов происходит лавинообразный коллапс и переподключение связей, распространяющийся как **волна сжатия**.
4. **Сохранение информации:** Финальная конфигурация сети топологически кодируется в структуре СГВ-мембраны. Система возвращается в состояние «Абсолютный Ноль».

3.3.5 Аннигиляционный фазовый переход и структурная роль антиматерии

В развитой феноменологии ЕВКМ [1] (Раздел 5.4) ключевую роль в механизме «Возврата хлыста» играет глобальный аннигиляционный переход. В контексте сетевой модели это соответствует **катастрофической перестройке топологии** при максимальном сжатии. **Антиматерия** в данной онтологии не является независимым «Наполнением», а представляет собой **структурный компонент самой сети**. Она может быть отождествлена со связями определённого типа (например, с «распорками», обеспечивающими жёсткость каркаса) или с узлами, несущими отрицательный энергетический вклад. В течение цикла она распределена по сети, обеспечивая её устойчивость и внося вклад в гравитационный потенциал (что на макроуровне проявляется как часть феномена «тёмной материи»). В момент коллапса происходит **синхронная аннигиляция** вещества (массы в узлах) и антивещества (энергии специфических связей), что высвобождает энергию $E_{annig.}$ и снимает внутренние напряжения, передавая суммарный импульс $E_{импульс} = E_{анниг.} + E_{упругости\ сети}$ СГВ-мембране [1]. Этот механизм **естественно решает проблему барионной асимметрии**, так как каждый цикл начинается с «чистого» развёртывания сети из состояния, лишённого выделенного вещества или антивещества.

3.3.6 "Whip Return" (Cycle Collapse)

1. **Dominance of Black Holes:** In nodes with $M > M_{crit}$ (black holes), links become destabilized.
2. **Hawking Evaporation as Trigger:** Conversion of node mass into radiation, absorbed by the SGW, increases its potential.
3. **Cascading Restructuring:** When the threshold number of destabilized nodes is exceeded, an avalanche-like collapse and reconnection of links occurs, propagating as a **compression wave**.
4. **Information Preservation:** The final network configuration is topologically encoded in the structure of the SGW-membrane. The system returns to the "Absolute Zero" state.

3.3.7 Annihilation Phase Transition and Structural Role of Antimatter

In the developed phenomenology of UWCМ [1] (Section 5.4), a global annihilation transition plays a key role in the "Whip Return" mechanism. In the context of the network model, this corresponds to **catastrophic topology restructuring** at maximum compression. **Antimatter** in this ontology is not independent "Content" but represents a **structural component of the network itself**. It can be identified with links of a certain type (e.g., "spacers" providing framework rigidity) or with nodes carrying a negative energy contribution. During the cycle, it is distributed throughout the network, ensuring its stability and contributing to the gravitational potential (which at the macro level manifests as part of the "dark matter" phenomenon). At the moment of collapse, **synchronous annihilation** of matter (mass in nodes) and antimatter (energy of specific links) occurs, releasing energy $E_{annig.}$ and relieving internal tensions, transferring the total impulse $E_{impulse} = E_{annig.} + E_{elasticity\ of\ network}$ to the SGW-membrane [1]. This mechanism **naturally resolves the problem of baryon asymmetry**, since each cycle begins with a "clean" unfolding of the network from a state devoid of designated matter or antimatter.

4 Обсуждение и принципиальные следствия

Предложенная онтология предлагает принципиальные решения ключевых проблем:

- **Сингулярность и тонкая настройка:** Начальное состояние — сеть с определённой топологией, а не сингулярность. Когерентный «Удар» от границы Σ естественно объясняет плоскостность и однородность.
- **Природа тёмных компонент:**
 - **Тёмная материя:** Гравитационные аномалии объясняются неоднородной энергией связей сети и стабилизирующим воздействием граничного контура Σ . Конкретное предсказание ЕВКМ [1] о **каркасной, а не сферической, природе гравитационных аномалий** находит прямое объяснение в сетевой модели. Поскольку дополнительный гравитационный потенциал $\Phi_{\text{СГВ}}(r)$ возникает из неоднородного распределения энергии связей и стабилизирующего влияния границы, он должен **сильнее коррелировать с крупномасштабной нитевидной структурой барионной материи**, нежели со сферическими гало гипотетических частиц. Это является принципиально проверяемым отличием от Λ CDM.
 - **Тёмная энергия:** Фаза «распрямления» при снижающейся упругости связей.
- **Информационный парадокс:** Информация (конфигурация сети) не теряется, а голографически перезаписывается на СГВ-мембрану в момент коллапса цикла.

4.1 Пример: Слияние галактик как процесс перестройки сети

Модель Пласти предлагает целостное, качественное описание наблюдаемых астрофизических процессов, таких как слияние галактик. Рассмотрим в качестве примера предсказываемое столкновение Млечного Пути и Галактики Андромеды.

- **Галактики как подграфы.** В рамках модели Млечный Путь и Андромеда представляют собой два устойчивых подграфа (сгустка узлов и связей) в единой сети Пласти. Их сближение — это не просто движение тел в пустоте, а **взаимодействие их сетевых структур**.
- **«Динамическое трение» без тёмной материи.** В стандартной Λ CDM-модели торможение галактик (динамическое трение) обусловлено гравитационным взаимодействием с гипотетическим гало тёмной материи. В модели Пласти этот эффект возникает естественно как **процесс перераспределения энергии связей** в области между сближающимися подграфами, что приводит к потере их относительного импульса.
- **Механизм слияния.** Слияние происходит, когда энергия связей **между** подграфами начинает превышать энергию связей, стабилизирующих их внутреннюю структуру. В этот момент граница между ними стирается, и происходит **топологическая перестройка**

сети с формированием нового, более крупного подграфа (будущей эллиптической галактики «Милкомеда»). Центральные сверхмассивные чёрные дыры играют ключевую роль как фокусы этой перестройки.

- **Универсальность процесса.** То, что Млечный Путь не является крупнейшей галактикой и имеет историю прошлых слияний, в рамках модели перестаёт быть набором частных случаев. Это становится проявлением **универсального принципа эволюции сети Пласти**: её метастабильные подграфы (галактики) эволюционируют в сторону увеличения масштаба через слияния, что отражает общую тенденцию к перераспределению энергии связей и укрупнению структур в рамках цикла.

Таким образом, модель не противоречит наблюдаемой динамике, а предлагает для неё новое, онтологически единое объяснение, устраняющее необходимость в гипотетических сущностях.

4 Discussion and Fundamental Consequences

The proposed ontology offers fundamental solutions to key problems:

- **Singularity and Fine-Tuning:** The initial state is a network with a specific topology, not a singularity. The coherent "Strike" from the boundary Σ naturally explains flatness and homogeneity.
- **Nature of Dark Components:**
 - **Dark Matter:** Gravitational anomalies are explained by the inhomogeneous energy of network links and the stabilizing effect of the boundary contour Σ . The specific prediction of UWCM [1] about the **framework, rather than spherical, nature of gravitational anomalies** finds direct explanation in the network model. Since the additional gravitational potential $\Phi_{\text{SGW}}(r)$ arises from the inhomogeneous distribution of link energy and the stabilizing influence of the boundary, it should **correlate more strongly with the large-scale filamentary structure of baryonic matter** than with the spherical halos of hypothetical particles. This is a fundamentally testable difference from Λ CDM.
 - **Dark Energy:** The "straightening" phase with decreasing link elasticity.
- **Information Paradox:** Information (network configuration) is not lost but is holographically rewritten onto the SGW-membrane at the moment of cycle collapse.

4.1 Example: Galaxy Mergers as Network Restructuring Processes

The Stratum model offers a holistic, qualitative description of observed astrophysical processes, such as galaxy mergers. Consider as an example the predicted collision of the Milky Way and the Andromeda Galaxy.

- **Galaxies as Subgraphs.** In the model, the Milky Way and Andromeda represent two stable subgraphs (clusters of nodes and links) in the unified Stratum network. Their approach is not simply the motion of bodies in emptiness but **interaction of their network structures**.
- **"Dynamic Friction" without Dark Matter.** In the standard Λ CDM model, the braking of galaxies (dynamic friction) is due to gravitational interaction with a hypothetical dark matter halo. In the Stratum model, this effect arises naturally as a **process of redistribution of link energy** in the region between approaching subgraphs, leading to the loss of their relative momentum.
- **Merger Mechanism.** Merger occurs when the energy of links **between** subgraphs begins to exceed the energy of links stabilizing their internal structure. At this moment, the boundary between them erodes, and **topological network restructuring** occurs with the formation of a new, larger subgraph (the future elliptical galaxy "Milkomeda"). Central supermassive black holes play a key role as foci of this restructuring.

- **Universality of the Process.** The fact that the Milky Way is not the largest galaxy and has a history of past mergers ceases to be a set of particular cases within the model. This becomes a manifestation of the **universal principle of Stratum network evolution**: its metastable subgraphs (galaxies) evolve toward increasing scale through mergers, reflecting the general tendency for redistribution of link energy and structural consolidation within the cycle.

Thus, the model does not contradict observed dynamics but offers a new, ontologically unified explanation for it, eliminating the need for hypothetical entities.

4.2 Принцип соответствия и связь с установленной физикой

Важнейшим аспектом предлагаемой модели является её соответствие **принципу научной преемственности**. ЕВКМ не отменяет проверенные физические теории, но указывает на их естественное место в более общей онтологической иерархии, вытекающее из структуры Пласти.

- **Общая теория относительности (ОТО) как описание геометрии Наполнения.** В приближении, когда дискретная микроструктура сети Пласти не существенна (на масштабах, значительно превышающих планковскую длину), её усреднённое поведение должно описываться гладкой геометрией. **ОТО сохраняется как точное и полное описание этой геометрии и гравитационного взаимодействия для всего «Наполнения» (материи и полей).** Уравнения Эйнштейна $G_{\mu\nu} = 8\pi GT_{\mu\nu}$ должны быть выводимы из фундаментальной динамики Пласти в соответствующем пределе. При этом онтологический статус метрики $g_{\mu\nu}$ меняется: она является не первичным динамическим полем, а эмерджентным макроскопическим описанием усреднённого состояния сети Пласти.
- **Законы квантовой теории поля и классической физики.** Поведение конкретных составляющих «Наполнения» (частиц, излучений) внутри заданной геометрии по-прежнему подчиняется установленным законам квантовой механики, Стандартной модели и классической динамики. Эти теории сохраняют свою предсказательную силу в своей области применимости.

Таким образом, модель Пласти предлагает не замену, а **углубление и расширение существующей физической картины**. Она выстраивает иерархию, в которой проверенные теории остаются строго справедливыми на своём уровне, но при этом получают единое онтологическое основание на более фундаментальном уровне описания реальности.

4.3 Наблюдательные следствия: Указание для проверки ЕВКМ

Предложенная сетевая модель не только даёт онтологическое обоснование, но и проясняет характер ожидаемых отклонений от стандартной Λ CDM-космологии в рамках ЕВКМ [1]. Поскольку «Наполнение» подчиняется эмерджентно возникшей геометрии, все проверенные предсказания ОТО в своей области применимости должны сохраняться. **Расхождения должны наблюдаться в эффектах, обусловленных микроструктурой и глобальной динамикой самой сети:**

1. **«Тёмноматериальные» эффекты** (кривые вращения галактик, гравитационное линзирование) будут определяться не профилем частиц-вимпов, а равновесным распределением энергии связей в сети и стабилизирующим влиянием граничного контура Σ (СГВ). Это предсказывает **более тесную корреляцию гравитационных аномалий с барионным распределением** и возможное отсутствие универсальных профилей «гало», характерных для Λ CDM.

2. **«Тёмноэнергетическое» ускорение** является фазой снижения упругости (энергии связи) сети. Следовательно, параметр Хаббла $H(z)$ должен демонстрировать **отклонения от простой зависимости Λ CDM** ($H(z) \sim \sqrt{\Omega_m(1+z)^3 + \Omega_\Lambda}$), характерные для релаксации сложной сети, — например, осцилляции или плавную модуляцию, как это предсказано в уравнении (A.1) работы [1].

3. **Формирование структур** есть процесс образования и укрупнения устойчивых подграфов. Это может приводить к **иной нелинейной статистике** (например, к специфическому биспектру) распределения галактик по сравнению с иерархической моделью Λ CDM, а также к наличию **слабых квазипериодических особенностей** в спектре мощности $P(k)$ на определённых масштабах, соответствующих собственным модам сети.

4. **Единство «тёмных» компонент.** Должна существовать **скрытая статистическая связь** между параметрами, описывающими «тёмную материю» в галактиках (например, форма потенциала Φ_Σ из уравнения (A.2) в [1]) и параметрами, описывающими «тёмную энергию» (например, динамика $w(z)$), поскольку оба явления порождены одним источником — динамикой Пласти. В Λ CDM эти параметры независимы.

Таким образом, сетевая модель служит мостом между онтологией и феноменологией: она указывает **конкретные направления** для поиска наблюдательных сигналов новой физики, предсказанных в [1] — в тонких деталях гравитационных потенциалов галактик и в динамике глобального расширения Вселенной.

4.2 Correspondence Principle and Connection with Established Physics

The most important aspect of the proposed model is its compliance with the **principle of scientific continuity**. The UWCM does not cancel verified physical theories but indicates their natural place in a more general ontological hierarchy arising from the structure of the Stratum.

- **General Relativity (GR) as Description of Content Geometry.** In the approximation where the discrete microstructure of the Stratum network is not essential (on scales significantly exceeding the Planck length), its averaged behavior should be described by smooth geometry. **GR is preserved as an exact and complete description of this geometry and gravitational interaction for all "Content" (matter and fields).** Einstein's equations $G_{\mu\nu} = 8\pi G T_{\mu\nu}$ should be derivable from the fundamental dynamics of the Stratum in the corresponding limit. At the same time, the ontological status of the metric $g_{\mu\nu}$ changes: it is not a primary dynamic field but an **emergent macroscopic description of the averaged state of the Stratum network**.
- **Laws of Quantum Field Theory and Classical Physics.** The behavior of specific constituents of "Content" (particles, radiation) within a given geometry still obeys the established laws of quantum mechanics, the Standard Model, and classical dynamics. These theories retain their predictive power within their domain of applicability.

Thus, the Stratum model offers not a replacement but a **deepening and expansion of the existing physical picture**. It establishes a hierarchy in which verified theories remain strictly valid at their level but at the same time receive a unified ontological foundation at a more fundamental level of reality description.

4.3 Observational Consequences: Guidance for Testing UWCM

The proposed network model not only provides ontological justification but also clarifies the nature of expected deviations from standard Λ CDM cosmology within the framework of UWCM [1]. Since the "Content" obeys the emergently arising geometry, all verified predictions of GR in their domain of applicability should be preserved. **Discrepancies should be observed in effects due to the microstructure and global dynamics of the network itself:**

1. **"Dark Matter" Effects** (galactic rotation curves, gravitational lensing) will be determined not by the profile of WIMP particles but by the equilibrium distribution of link energy in the network and the stabilizing influence of the boundary contour Σ (SGW). This predicts **tighter correlation of gravitational anomalies with baryonic distribution** and possible absence of universal "halo" profiles characteristic of Λ CDM.
2. **"Dark Energy" Acceleration** is a phase of decreasing network elasticity (link energy). Consequently, the Hubble parameter $H(z)$ should demonstrate **deviations from the simple**

Λ CDM dependence ($H(z) \sim \sqrt{\Omega_m(1+z)^3 + \Omega_\Lambda}$), characteristic of complex network relaxation — for example, oscillations or smooth modulation, as predicted in equation (A.1) of work [1].

3. **Structure Formation** is the process of formation and consolidation of stable subgraphs. This may lead to **different nonlinear statistics** (e.g., specific bispectrum) of galaxy distribution compared to the hierarchical Λ CDM model, as well as to the presence of **weak quasi-periodic features** in the power spectrum $P(k)$ at certain scales corresponding to eigenmodes of the network.
4. **Unity of "Dark" Components.** There should exist a **hidden statistical connection** between parameters describing "dark matter" in galaxies (e.g., the form of potential Φ_Σ from equation (A.2) in [1]) and parameters describing "dark energy" (e.g., dynamics of $w(z)$), since both phenomena are generated by a single source — the dynamics of the Stratum. In Λ CDM, these parameters are independent.

Thus, the network model serves as a bridge between ontology and phenomenology: it indicates **specific directions** for searching observational signals of new physics, predicted in [1] — in the fine details of galactic gravitational potentials and in the dynamics of global expansion of the Universe.

5 Заключение и перспективы

В работе представлена самосогласованная онтологическая модель пространства-времени как квантованной сети (Пласт) с активной границей (СТВ). Показано, как волновая космологическая динамика, постулируемая в Единой Волновой Космологической Модели [1], может эмерджентно возникать как коллективный режим этой сети. Модель предлагает качественное объяснение ключевых космологических проблем и наблюдаемых астрофизических процессов, таких как слияние галактик, без введения гипотетических сущностей, и демонстрирует соответствие принципу научной преемственности, сохраняя ОТО и известные физические законы как точные описания «Наполнения». Интегрирован ключевой элемент феноменологии ЕВКМ — аннигиляционный фазовый переход, объясняющий природу антиматерии и замыкающий энергетический баланс цикла.

5.1 Перспективы формализации и наблюдаемые следствия сетевой модели

Предложенная онтологическая модель служит основой для вывода конкретных предсказаний. Её дальнейшая формализация должна привести к количественным следствиям, среди которых можно ожидать:

1. **Осцилляции $H(z)$** : Коллективные колебания сети Пласта могут проявляться как немонотонность (осцилляторная модуляция) в эволюции параметра Хаббла $H(z)$.
2. **Коррелированный гравитационный потенциал**: Неоднородное распределение энергии связей сети естественно объясняет наблюдаемые гравитационные аномалии в галактиках, предсказывая тесную корреляцию потенциала $\Phi_\Sigma(r)$ с распределением барионной материи $M_{\text{бар}}(r)$.
3. **Динамика «тёмной энергии»**: Фаза снижения упругости сети в процессе её расширения должна приводить к плавной эволюции параметра уравнения состояния $w(z)$, отклоняющейся от константы $w = -1$.
4. **Особенности крупномасштабной структуры**: Процесс образования и укрупнения устойчивых подграфов (галактик, скоплений) может приводить к появлению слабых квазипериодических особенностей в спектре мощности $P(k)$ на очень больших масштабах.

5 Conclusion and Prospects

This work presents a self-consistent ontological model of space-time as a quantized network (Stratum) with an active boundary (SGW). It is shown how the wave cosmological dynamics postulated in the Unified Wave Cosmological Model [1] can emergently arise as a collective regime of this network. The model offers a qualitative explanation of key cosmological problems and observed astrophysical processes, such as galaxy mergers, without introducing hypothetical entities, and demonstrates compliance with the principle of scientific continuity, preserving GR and known physical laws as exact descriptions of "Content". A key element of UWCM phenomenology is integrated — the annihilation phase transition, explaining the nature of antimatter and closing the energy balance of the cycle.

5.1 Formalization Prospects and Observable Consequences of the Network Model

The proposed ontological model serves as a basis for deriving specific predictions. Its further formalization should lead to quantitative consequences, among which can be expected:

1. **Oscillations of $H(z)$** : Collective oscillations of the Stratum network may manifest as non-monotonicity (oscillatory modulation) in the evolution of the Hubble parameter $H(z)$.
2. **Correlated Gravitational Potential**: The inhomogeneous distribution of network link energy naturally explains observed gravitational anomalies in galaxies, predicting tight correlation of the potential $\Phi_\Sigma(r)$ with the distribution of baryonic matter $M_{\text{bar}}(r)$.
3. **Dynamics of "Dark Energy"**: The phase of decreasing network elasticity during its expansion should lead to smooth evolution of the equation of state parameter $w(z)$, deviating from the constant $w = -1$.
4. **Features of Large-Scale Structure**: The process of formation and consolidation of stable subgraphs (galaxies, clusters) may lead to the appearance of weak quasi-periodic features in the power spectrum $P(k)$ on very large scales.

5.2 Конкретная программа вывода феноменологии ЕВКМ

Для превращения данной онтологической модели в количественную теорию, способную явно воспроизвести предсказания ЕВКМ [1], необходима последовательная реализация следующих шагов:

1. **Формализация на языке взвешенных графов:** Чёткое задание динамических переменных — энергии связи $\varepsilon_{ij}(t)$ и массы узла $M_i(t)$ — и выписывание полной системы уравнений для их эволюции, обобщающей уравнение (2).
2. **Учёт топологии и граничных условий:** Введение в формализм СГВ-мембраны Σ как контура с фиксированными или особыми граничными условиями, задающими глобальную когерентность динамики.
3. **Переход к континуальному пределу (усреднение):** Разработка процедуры усреднения по ячейкам сети с характерным размером $L \gg l_{\text{Планк}}$ и переход к непрерывным полям $\bar{\varepsilon}(\vec{x}, t)$ (энергия связи) и $\rho(\vec{x}, t)$ (плотность массы).
4. **Вывод эффективного действия:** Получение из микроскопической динамики эффективного действия для усреднённых полей. В низкоэнергетическом, гладком пределе это действие должно воспроизводить **обобщённое волновое уравнение для метрики** (или аналогичной переменной) — то, что является основой ЕВКМ [1].
5. **Анализ решений и сравнение с [1]:** Исследование решений полученного макроскопического уравнения, идентификация фаз «Удар хлыста», «Распрямление», «Возврат хлыста». Ключевой задачей будет получение **явного вида** поправочных функций $\delta H_{\text{волна}}(z)$ и $\delta H_{\text{СГВ}}(z)$ в уравнении для $H(z)$ (A.1 в [1]) и потенциала $\Phi_{\text{СГВ}}(r)$ (A.2 в [1]), исходя из параметров и собственных мод сети.

Решение этих задач превратит текущую качественную онтологическую модель в работающий математический аппарат, способный давать конкретные количественные предсказания для прямой проверки против данных современных космологических обзоров (DESI, Euclid, SPARC, Simons Observatory). Подтверждение этих предсказаний станет убедительным аргументом в пользу новой парадигмы, предлагаемой Единой Волновой Космологической Моделью.

5.2 Concrete Program for Deriving UWCM Phenomenology

To transform this ontological model into a quantitative theory capable of explicitly reproducing the predictions of UWCM [1], consistent implementation of the following steps is necessary:

1. **Formalization in the Language of Weighted Graphs:** Clear definition of dynamic variables — link energy $\varepsilon_{ij}(t)$ and node mass $M_i(t)$ — and writing the complete system of equations for their evolution, generalizing equation (2).
2. **Accounting for Topology and Boundary Conditions:** Introducing the SGW-membrane Σ into the formalism as a contour with fixed or special boundary conditions that set global coherence of dynamics.
3. **Transition to Continuum Limit (Averaging):** Developing a procedure for averaging over network cells with characteristic size $L \gg l_{\text{Planck}}$ and transition to continuous fields $\bar{\varepsilon}(\vec{x}, t)$ (link energy) and $\rho(\vec{x}, t)$ (mass density).
4. **Derivation of Effective Action:** Obtaining an effective action for averaged fields from microscopic dynamics. In the low-energy, smooth limit, this action should reproduce a **generalized wave equation for the metric** (or similar variable) — what constitutes the foundation of UWCM [1].
5. **Analysis of Solutions and Comparison with [1]:** Investigation of solutions of the obtained macroscopic equation, identification of phases "Whip Strike", "Straightening", "Whip Return". The key task will be obtaining the **explicit form** of correction functions $\delta H_{\text{wave}}(z)$ and $\delta H_{\text{SGW}}(z)$ in the equation for $H(z)$ (A.1 in [1]) and potential $\Phi_{\text{SGW}}(r)$ (A.2 in [1]), based on parameters and eigenmodes of the network.

Solving these tasks will transform the current qualitative ontological model into a working mathematical apparatus capable of providing specific quantitative predictions for direct testing against data from modern cosmological surveys (DESI, Euclid, SPARC, Simons Observatory). Confirmation of these predictions will become a convincing argument in favor of the new paradigm offered by the Unified Wave Cosmological Model.

Список литературы

- [1] Славутский Г. Ю. *Единая Волновая Космологическая Модель: Циклическая Вселенная как динамика пространства-времени*. Препринт, 2024. **DOI:** 10.5281/zenodo.17781826. <https://doi.org/10.24108/preprints-3114026>
- [2] Planck Collaboration. *Planck 2018 results. I. Overview and the cosmological legacy of Planck*. Astronomy & Astrophysics, 2020, 641, A1.
- [3] Riess, A. G. et al. *A Comprehensive Measurement of the Local Value of the Hubble Constant with 1 km/s/Mpc Uncertainty from the Hubble Space Telescope and the SH0ES Team*. The Astrophysical Journal Letters, 2022, 934, L7.
- [4] Lelli, F., McGaugh, S. S., Schombert, J. M. *SPARC: Mass Models for 175 Disk Galaxies with Spitzer Photometry and Accurate Rotation Curves*. The Astronomical Journal, 2016, 152, 157.
- [5] Hawking, S. W. *Particle Creation by Black Holes*. Communications in Mathematical Physics, 1975, 43, 199–220.
- [6] Bekenstein, J. D. *Black holes and entropy*. Physical Review D, 1973, 7, 2333–2346.
- [7] Peebles, P. J. E. *The large-scale structure of the universe*. Princeton University Press, 1980.
- [8] Einstein, A. *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie*. Annalen der Physik, 1916, 354, 769–822.

References

- [1] Slavutsky, G. Yu. *Unified Wave Cosmological Model: A Cyclic Universe as the Dynamics of Space-Time*. Preprint, 2024. **DOI:** 10.5281/zenodo.17781826. <https://doi.org/10.24108/preprints-3114026>
- [2] Planck Collaboration. *Planck 2018 results. I. Overview and the cosmological legacy of Planck*. Astronomy & Astrophysics, 2020, 641, A1.
- [3] Riess, A. G. et al. *A Comprehensive Measurement of the Local Value of the Hubble Constant with 1 km/s/Mpc Uncertainty from the Hubble Space Telescope and the SH0ES Team*. The Astrophysical Journal Letters, 2022, 934, L7.
- [4] Lelli, F., McGaugh, S. S., Schombert, J. M. *SPARC: Mass Models for 175 Disk Galaxies with Spitzer Photometry and Accurate Rotation Curves*. The Astronomical Journal, 2016, 152, 157.
- [5] Hawking, S. W. *Particle Creation by Black Holes*. Communications in Mathematical Physics, 1975, 43, 199–220.
- [6] Bekenstein, J. D. *Black holes and entropy*. Physical Review D, 1973, 7, 2333–2346.
- [7] Peebles, P. J. E. *The large-scale structure of the universe*. Princeton University Press, 1980.
- [8] Einstein, A. *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie*. Annalen der Physik, 1916, 354, 769–822. (English: The Foundation of the General Theory of Relativity)

Благодарности

Автор выражает признательность за плодотворные дискуссии и критические замечания, способствовавшие развитию представленной концепции.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Acknowledgements

The author expresses gratitude for fruitful discussions and critical comments that contributed to the development of the presented concept.

Conflict of Interest

The author declares no conflict of interest.