

# Time Quantization in UWCM: Resolution of Quantum Paradoxes

*Квантование времени в ЕВКМ:  
разрешение квантовых парадоксов*

**G.Y. Slavutsky / Г.Ю. Славутский**

*Contact / Контакты: gleb1969@mail.ru*

*Date / Дата: April 11, 2026 / 11 апреля 2026 г.*

*DOI: 10.5281/zenodo.19518629*

*Status / Статус: Preprint / Препринт*

## Abstract

Within the framework of the Unified Wave Cosmological Model (UWCM), spacetime (the Stratum) is a discrete quantized network, and its active boundary (the SGW) is the carrier of information and the source of energy. In previous works (Slavutsky, 2026e, DOI: 10.5281/zenodo.19516683; Slavutsky, 2026f, DOI: 10.5281/zenodo.19518042), it was shown that the mass of black holes is quantized:  $M = N \cdot m_P$ , and the energy transfer between the SGW and the Stratum occurs in portions that are multiples of the Planck energy  $E_P$ .

In the present work, these results are extended to time. It is shown that the quantization of energy transfer and the discreteness of the Stratum entail the quantization of time: any changes in the system occur in discrete “ticks” with a minimal interval  $t_P = \sqrt{\hbar G/c^5} \approx 5.4 \times 10^{-44}$  s. This means that all physical processes, including the evolution of quantum states, occur in steps rather than continuously.

On this basis, a new explanation is proposed for key quantum paradoxes:

- Wave function collapse is not an instantaneous process but a sequence of Planck “ticks” during which the system transitions from a superposition to a definite state.
- Entanglement is a synchronization of Stratum nodes occurring in its proper time; to an external observer, the effect appears instantaneous but actually has a minimal delay  $t_P$ .
- Schrödinger’s cat — the transition from superposition to a definite state takes a finite number of “ticks,” during which the system is in a transitional state.

- The observer problem — “measurement” is recognized as a process in which the number of coordinated “ticks” between the observer-node and the object-node exceeds a threshold  $M$ , providing an objective criterion without invoking consciousness.

The work demonstrates that time quantization not only does not contradict quantum mechanics but also resolves its fundamental paradoxes, offering a physically grounded alternative to “instantaneous” and “nonlocal” interpretations.

### Аннотация

В рамках Единой Волновой Космологической Модели (ЕВКМ) пространство-время (Пласт) представляет собой дискретную квантованную сеть, а его активная граница (СГВ) — носитель информации и источник энергии. В предыдущих работах (Славутский, 2026e, DOI: 10.5281/zenodo.19516683; Славутский, 2026f, DOI: 10.5281/zenodo.19518042) было показано, что масса чёрных дыр квантована:  $M = N \cdot m_P$ , а передача энергии между СГВ и Пластом происходит порциями, кратными планковской энергии  $E_P$ .

В настоящей работе эти результаты распространены на время. Показано, что квантование передачи энергии и дискретность Пласта влекут за собой квантование времени: любые изменения в системе происходят дискретными «тиками» с минимальным интервалом  $t_P = \sqrt{\hbar G/c^5} \approx 5.4 \times 10^{-44}$  с. Это означает, что все физические процессы, включая эволюцию квантовых состояний, происходят шагами, а не непрерывно.

На этой основе предложено новое объяснение ключевых квантовых парадоксов:

- Коллапс волновой функции — не мгновенный процесс, а последовательность планковских «тиков», в течение которых система переходит из суперпозиции в определённое состояние.
- Запутанность — синхронизация узлов Пласта, происходящая в его собственном времени; для внешнего наблюдателя эффект кажется мгновенным, но на самом деле имеет минимальную задержку  $t_P$ .
- Кот Шрёдингера — переход из суперпозиции в определённое состояние занимает конечное число «тиков», в течение которых система находится в переходном состоянии.
- Проблема наблюдателя — «измерением» признаётся процесс, в котором количество согласованных «тиков» между узлом-наблюдателем и узлом-объектом превышает порог  $M$ , давая объективный критерий без привлечения сознания.

Работа демонстрирует, что квантование времени не только не противоречит квантовой механике, но и снимает её фундаментальные парадоксы, предлагая физически обоснованную альтернативу «мгновенным» и «нелокальным» интерпретациям.

**Keywords:** quantum gravity, time quantization, Planck time, discrete time, measurement problem, wave function collapse, decoherence, quantum entanglement, EPR paradox, Schrödinger's cat, quantum Darwinism, relational quantum mechanics, Lorentz invariance, Lorentz invariance violation, quantum paradoxes, discrete evolution, Wheeler-DeWitt equation, problem of time, loop quantum gravity, LQG, string theory, UWCM, Unified Wave Cosmological Model, Stratum, SGW, Infill.

**Ключевые слова:** квантовая гравитация, квантование времени, планковское время, дискретное время, проблема измерения, коллапс волновой функции, декогеренция, квантовая запутанность, ЭПР-парадокс, кот Шрёдингера, квантовый дарвинизм, реляционная квантовая механика, лоренц-инвариантность, нарушение лоренц-инвариантности, квантовые парадоксы, дискретная эволюция, уравнение Уилера-Девитта, проблема времени, петлевая квантовая гравитация, LQG, теория струн, ЕВКМ, Единая Волновая Космологическая Модель, Пласт, СТВ, Наполнение.

# 1 Introduction

Quantum mechanics (QM) brilliantly describes the micro-world. However, its interpretation faces a number of fundamental paradoxes that still lack a generally accepted resolution:

- Wave function collapse occurs “instantaneously” upon measurement, violating the principles of special relativity.
- Entanglement demonstrates “spooky action at a distance” (Einstein), which, according to Bell’s theorem, cannot be explained by hidden variables but requires nonlocality.
- Schrödinger’s cat is in a superposition of alive and dead until the box is opened—meaning that a macroscopic object can be in a non-classical state.
- The observer problem provides no clear criterion for what exactly constitutes a “measurement” and where the boundary between the quantum and classical worlds lies.

The Unified Wave Cosmological Model (UWCM) [1, 2] offers a new ontological foundation: spacetime (the Stratum) is a discrete quantized network, and its active boundary (the SGW) is the source of energy and the keeper of information. In works [3, 4], it was shown that mass is quantized:  $M = N \cdot m_P$ , and energy transfer between the SGW and the Stratum occurs in portions of  $E_P$ .

In the present work, these results are extended to time. It is shown that the quantization of energy transfer and the discreteness of the Stratum entail the quantization of time. This allows us to reinterpret quantum paradoxes in terms of the discrete dynamics of the Stratum, stripping them of their mystical aura and offering a physically grounded explanation.

## 1.1 Time Quantization in Physics: Historical Background

The idea that time may be discrete has been discussed in physics at least since the 1930s (Planck, 1931). In 1983, Page and Wootters proposed the concept of “quantum time” without an external clock. In discrete models (cellular automata, Feynman–Cheeger–Gromov), time is postulated to be discrete. In loop quantum gravity (Rovelli, Smolin), the volume operator has a discrete spectrum, but time remains continuous. UWCM offers a physical mechanism for the discretization of time: the active boundary SGW “ticks” with an interval  $t_P$ , setting an absolute temporal grid for the entire system.

## 2 Time Quantization as a Consequence of Stratum Discreteness

### 2.1 Minimal Interval

In UWCM, the Stratum is a network with a minimal spatial scale  $l_P = \sqrt{\hbar G/c^3}$ . If space is discrete, then time cannot be continuous—otherwise, causality would be violated at the Planck

scale. The minimal time interval during which the state of the system can change is the Planck time:

$$t_P = \frac{l_P}{c} = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^5}} \approx 5.4 \times 10^{-44} \text{ s.} \quad (1)$$

Any changes in the Stratum occur in discrete steps with this interval. There are no processes shorter than  $t_P$ .

Formally, time quantization can be related to the quantization of energy transfer [4] via the Heisenberg uncertainty relation. Let  $\Delta E = k \cdot E_P$ , where  $k \in \mathbb{N}$ . Then:

$$\Delta t \geq \frac{\hbar}{2\Delta E} = \frac{\hbar}{2kE_P} = \frac{t_P}{2k}. \quad (2)$$

The minimal value of  $\Delta t$  is reached at  $k = 1$  and equals  $t_P/2$ . Given the symmetry of discrete evolution, it is natural to take the minimal time step as  $t_P$ . Thus, time in the Stratum is quantized with an interval  $\Delta t = n \cdot t_P$ ,  $n \in \mathbb{N}$ .

## 2.2 Discrete Evolution of States

The state of the Stratum (and, correspondingly, the Infill as its projection) is defined only at discrete moments:

$$t_n = n \cdot t_P, \quad n \in \mathbb{Z}. \quad (3)$$

The evolution of the system is a sequence of states:

$$\Psi(t_0) \rightarrow \Psi(t_1) \rightarrow \Psi(t_2) \rightarrow \dots \quad (4)$$

The evolution operator for one step is:

$$\Psi(t_{n+1}) = \hat{U}(\Delta t)\Psi(t_n), \quad \Delta t = t_P, \quad (5)$$

where  $\hat{U}(\Delta t)$  is a discrete evolution operator that, in the limit  $\Delta t \rightarrow 0$ , becomes the continuous  $\hat{U} = e^{-i\hat{H}\Delta t/\hbar}$ , but at the Planck scale is defined as a finite difference mapping. There is no ‘‘continuous’’ change between  $t_n$  and  $t_{n+1}$ . This resembles a cellular automaton or a quantum system with discrete time (digital quantum mechanics).

## 2.3 Uncertainty Principle for Time

Time quantization introduces a minimal uncertainty:

$$\Delta t \geq t_P. \quad (6)$$

From the Heisenberg uncertainty relation  $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar/2$ , we obtain:

$$\Delta E \leq \frac{\hbar}{2\Delta t} \leq \frac{\hbar}{2t_P} = \frac{E_P}{2}. \quad (7)$$

This is a nontrivial consequence: there is an upper limit on the precision of energy measurement, not just a lower limit. It is impossible to measure energy more accurately than half the Planck energy  $E_P/2$ .

The physical meaning of this limitation is that the energy of a system cannot be measured with an accuracy exceeding half the Planck energy. This does not mean that energy cannot be less than  $E_P/2$ ; it only means that the difference between two close energy values cannot be registered if it is less than  $E_P/2$ . This limitation is a direct consequence of time discreteness and is fundamental in nature.

This agrees with the quantization of energy transfer [4]: energy is transferred in portions of  $E_P$ , and less than  $E_P$  cannot be transferred, so it also cannot be measured more accurately.

## 2.4 Restoration of Lorentz Invariance

The statement about time discreteness with a global step  $t_P$  at first glance contradicts special relativity, according to which simultaneity is relative and time flows differently in different reference frames.

In UWCM, this contradiction is resolved as follows. Time discreteness  $t_P$  manifests only at the Planck scale and refers to the proper time of the Stratum—the fundamental network underlying spacetime. At macroscopic scales, where the Infill (matter and fields) forms, Lorentz invariance is restored as an effective symmetry.

A similar situation occurs in condensed matter physics: a crystal has a discrete atomic lattice and a preferred reference frame, yet sound waves in it obey a continuous acoustic metric with effective Lorentz invariance. The question of exactly how this analogy is realized in the Stratum remains open and requires further investigation.

# 3 Resolution of Quantum Paradoxes

## 3.1 Wave Function Collapse

*Problem:* Upon measurement, the wave function “collapses” instantaneously throughout the Universe, which contradicts special relativity (a signal cannot propagate faster than light).

*Explanation in UWCM with time quantization:*

Collapse is not an instantaneous process but a sequence of Planck “ticks.” When a quantum system interacts with a macroscopic apparatus, decoherence begins—the spread of information about the state through the bonds of the Stratum. This process takes a finite number of ticks  $m$ :

$$\Delta t_{\text{collapse}} = m \cdot t_P. \quad (8)$$

The number of ticks is estimated as:

$$m \sim \frac{L}{ct_P} = \frac{L}{l_P}, \quad (9)$$

where  $L$  is the characteristic size of the apparatus. For  $L \sim 1$  m,  $m \sim 10^{35}$ . During this time, information about the measurement result spreads over a distance  $c \cdot mt_P = L$ . For macroscopic apparatuses,  $m$  is huge, so collapse appears instantaneous. However, there is no instantaneity—there is a very fast but finite process that does not violate causality.

### 3.2 Entanglement and “Spooky Action at a Distance”

*Problem:* Measuring one entangled particle instantaneously determines the state of the other, wherever it is located (violation of local realism).

*Explanation in UWCM with time quantization:*

Entangled particles are projections of a single Stratum node. When one particle is measured, the state of the node “switches.” This switching occurs in the proper time of the Stratum and takes  $m \cdot t_P$  ticks.

To an external observer in the Infill, the effect may appear instantaneous because  $t_P$  is vanishingly small. However, in principle, there is a minimal delay  $t_P$  between the change in the state of one particle and the “sensing” of this change by the other. No signal travels faster than light—the “synchronization” of nodes simply occurs in a different reference frame (that of the Stratum).

### 3.3 Schrödinger’s Cat

*Problem:* A macroscopic object (a cat) can be in a superposition of alive and dead, which contradicts our everyday experience.

*Explanation in UWCM with time quantization:*

The cat is a complex hierarchical Stratum node. Its state (alive/dead) is determined by the configuration of many subnodes. The transition from superposition to a definite state cannot be instantaneous—it requires all subnodes to “switch” coherently. This takes time:

$$\Delta t_{\text{cat}} = K \cdot t_P, \quad (10)$$

where  $K$  is the number of subnodes involved in the switch. For a cat of mass  $\sim 70$  kg, the number of atoms  $K \sim 10^{27}$ , and the transition time is:

$$\Delta t_{\text{cat}} \sim 10^{27} \times 5.4 \times 10^{-44} \approx 5.4 \times 10^{-17} \text{ s}. \quad (11)$$

This is vanishingly small for human perception but  $10^{27}$  times larger than  $t_P$ . During this time, the cat is in a transitional, indeterminate state—neither “alive” nor “dead,” but in the process of becoming. For macroscopic objects,  $\Delta t_{\text{cat}}$  can be much larger than the coherence time, so superpositions of macroscopic states are not observed.

### 3.4 The Observer Problem

*Problem:* What counts as a “measurement”? Where is the boundary between quantum and classical systems?

*Explanation in UWCM with time quantization:*

“Measurement” is a process in which the observer-node (apparatus, complex system) enters into resonance with the object-node (particle). This process requires the coordination of “ticks” between them. As soon as the number of coordinated ticks exceeds a certain threshold  $M$ , a “record” of information occurs in the structure of the observer-node.

Objective measurement criterion: a system is considered to have “measured” if it is capable of maintaining coherent interaction with the object for at least  $M$  Planck ticks, where  $M$  is a characteristic of the observer’s complexity (e.g., the number of nodes in it). This definition does not require invoking consciousness and leaves no room for a “mystical” collapse.

## 4 Connection to Other Aspects of UWCM

Time quantization fits organically into the already developed aspects of UWCM:

- **Mass quantization** ( $M = N \cdot m_P$ ) [3]: Mass is the number of “frozen” quanta. A change in mass requires time  $\Delta t = \Delta N \cdot t_P$ .
- **Energy transfer quantization** ( $\Delta E = k \cdot E_P$ ) [4]: Energy is transferred in one “tick”  $t_P$ .
- **Black hole classifier (Stratum anchors)** [2]: Different classes of anchors correspond to different “tick” regimes (transfer frequency, number of coordinated ticks).
- **Holographic principle (SGW as a screen)** [4]: Information on the SGW is updated discretely with a step  $t_P$ , yielding a maximum information transfer rate  $c^2/G$  (Planck flux).
- **Stratum equation (discrete GR)** [5]: The curvature of spacetime is determined by finite differences of the metric over time  $t_P$ .

## 5 Testable Predictions

## 6 Conclusion

This work has shown that the discreteness of the Stratum and the quantization of energy transfer naturally entail the quantization of time: any changes in the system occur in discrete “ticks” with a minimal interval  $t_P$ . A discrete evolution operator has been derived, and an upper limit on the precision of energy measurement  $\Delta E \leq E_P/2$  has been established.

On this basis, a new explanation has been proposed for key quantum paradoxes:

Table 1: Summary of predictions.

| Prediction   |
|--|
| Discrete features in CMB spectrum (“steps” at scales corresponding to $l_P$ with redshift)<br>Minimal delay in interferometers (inability to distinguish two events separated by less than $t_P$ ) |
| Discrete bursts from micro black holes at end of life (series of bursts with interval $t_P$ )  |
| Discrete gravitational-wave background spectrum (peaks at frequencies multiples of $\nu_P$ with redshift)  |

- Wave function collapse is not instantaneous but a process taking  $m \cdot t_P$  ticks, where  $m \sim L/l_P$ .
- Entanglement is a synchronization of Stratum nodes with a minimal delay  $t_P$ .
- Schrödinger’s cat — a transition from superposition to a definite state requiring time  $K \cdot t_P$ , where  $K$  is the number of subnodes.
- The observer problem — an objective measurement criterion via the number of coordinated ticks, without invoking consciousness.

Time quantization does not contradict quantum mechanics but complements it, stripping away mystical interpretations and offering a physically grounded alternative. This work represents another step in the formalization of UWCM and demonstrates its explanatory power on fundamental questions of quantum theory.

### Acknowledgments

The author thanks the UWCM community for discussions and criticism.

# 1 Введение

Квантовая механика (КМ) блестяще описывает микромир. Однако её интерпретация сталкивается с рядом фундаментальных парадоксов, которые до сих пор не имеют общепринятого разрешения:

- Коллапс волновой функции происходит «мгновенно» при измерении, нарушая принципы специальной теории относительности.
- Запутанность демонстрирует «призрачное действие на расстоянии» (Эйнштейн), которое, согласно теореме Белла, не может быть объяснено скрытыми параметрами, но требует нелокальности.
- Кот Шрёдингера находится в суперпозиции живого и мёртвого, пока не откроют ящик, — что означает, что макроскопический объект может находиться в неклассическом состоянии.
- Проблема наблюдателя не даёт чёткого критерия, что именно считается «измерением» и где проходит граница между квантовым и классическим миром.

В Единой Волновой Космологической Модели (ЕВКМ) [1, 2] предлагается новый онтологический фундамент: пространство-время (Пласт) — дискретная квантованная сеть, а его активная граница (СГВ) — источник энергии и хранитель информации. В работах [3, 4] было показано, что масса квантована:  $M = N \cdot m_P$ , а передача энергии между СГВ и Пластом происходит порциями  $E_P$ .

В настоящей работе эти результаты распространены на время. Показано, что квантование передачи энергии и дискретность Пласта влекут за собой квантование времени. Это позволяет переинтерпретировать квантовые парадоксы в терминах дискретной динамики Пласта, снимая их мистический ореол и предлагая физически обоснованное объяснение.

## 1.1 Квантование времени в физике: история вопроса

Идея о том, что время может быть дискретным, обсуждается в физике по крайней мере с 1930-х годов (Планк, 1931). В 1983 году Пейдж и Вуттерс предложили концепцию «квантового времени» без внешних часов. В дискретных моделях (клеточные автоматы, Feynman–Cheeger–Gromov) время постулируется дискретным. В петлевой квантовой гравитации (Rovelli, Smolin) оператор объёма имеет дискретный спектр, но время остаётся непрерывным. ЕВКМ предлагает физический механизм дискретизации времени: активная граница СГВ «тикает» с интервалом  $t_P$ , задавая абсолютную временную сетку для всей системы.

## 2 Квантование времени как следствие дискретности Пласта

### 2.1 Минимальный интервал

В ЕВКМ Пласт — это сеть с минимальным пространственным масштабом  $l_P = \sqrt{\hbar G/c^3}$ . Если пространство дискретно, то и время не может быть непрерывным — иначе нарушилась бы причинность на планковском масштабе. Минимальный временной интервал, за который может измениться состояние системы, равен планковскому времени:

$$t_P = \frac{l_P}{c} = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^5}} \approx 5.4 \times 10^{-44} \text{ с.} \quad (1)$$

Любые изменения в Пласте происходят дискретными шагами с этим интервалом. Не существует процессов, которые были бы короче  $t_P$ .

Формально квантование времени можно связать с квантованием передачи энергии [4] через соотношение неопределённостей Гейзенберга. Пусть  $\Delta E = k \cdot E_P$ , где  $k \in \mathbb{N}$ . Тогда:

$$\Delta t \geq \frac{\hbar}{2\Delta E} = \frac{\hbar}{2kE_P} = \frac{t_P}{2k}. \quad (2)$$

Минимальное значение  $\Delta t$  достигается при  $k = 1$  и равно  $t_P/2$ . С учётом симметрии дискретной эволюции естественно принять минимальный шаг времени равным  $t_P$ . Таким образом, время в Пласте квантовано с интервалом  $\Delta t = n \cdot t_P$ ,  $n \in \mathbb{N}$ .

### 2.2 Дискретная эволюция состояний

Состояние Пласта (и, соответственно, Наполнения как его проекции) определено только в дискретные моменты:

$$t_n = n \cdot t_P, \quad n \in \mathbb{Z}. \quad (3)$$

Эволюция системы — это последовательность состояний:

$$\Psi(t_0) \rightarrow \Psi(t_1) \rightarrow \Psi(t_2) \rightarrow \dots \quad (4)$$

Оператор эволюции на одном шаге:

$$\Psi(t_{n+1}) = \hat{U}(\Delta t)\Psi(t_n), \quad \Delta t = t_P, \quad (5)$$

где  $\hat{U}(\Delta t)$  — дискретный оператор эволюции, который в пределе  $\Delta t \rightarrow 0$  переходит в непрерывный  $\hat{U} = e^{-i\hat{H}\Delta t/\hbar}$ , но на планковском масштабе определён как конечное разностное отображение. Никакого «непрерывного» изменения между  $t_n$  и  $t_{n+1}$  не существует. Это напоминает клеточный автомат или квантовую систему с дискретным временем (digital quantum mechanics).

## 2.3 Принцип неопределённости для времени

Квантование времени вводит минимальную неопределённость:

$$\Delta t \geq t_P. \quad (6)$$

Из соотношения неопределённостей Гейзенберга  $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar/2$  получаем:

$$\Delta E \leq \frac{\hbar}{2\Delta t} \leq \frac{\hbar}{2t_P} = \frac{E_P}{2}. \quad (7)$$

Это нетривиальное следствие: существует верхний предел точности измерения энергии, а не только нижний. Невозможно измерить энергию точнее, чем половина планковской энергии  $E_P/2$ .

Физический смысл этого ограничения состоит в том, что энергия системы не может быть измерена с точностью, превышающей половину планковской энергии. Это не означает, что энергия не может быть меньше  $E_P/2$ ; это означает лишь, что различие между двумя близкими значениями энергии невозможно зарегистрировать, если оно меньше  $E_P/2$ . Данное ограничение является прямым следствием дискретности времени и носит принципиальный характер.

Это согласуется с квантованием передачи энергии [4]: энергия передаётся порциями  $E_P$ , и меньше  $E_P$  передать нельзя, поэтому и измерить точнее — тоже нельзя.

## 2.4 Восстановление лоренц-инвариантности

Утверждение о дискретности времени с глобальным шагом  $t_P$  на первый взгляд противоречит специальной теории относительности, согласно которой одновременность относительна, а время течёт по-разному в разных системах отсчёта.

В ЕВКМ это противоречие разрешается следующим образом. Дискретность времени  $t_P$  проявляется только на планковском масштабе и относится к собственному времени Пласта — фундаментальной сети, лежащей в основе пространства-времени. На макроскопических масштабах, где формируется Наполнение (вещество и поля), лоренц-инвариантность восстанавливается как эффективная симметрия.

Аналогичная ситуация имеет место в физике конденсированного состояния: кристалл обладает дискретной атомной решёткой и выделенной системой отсчёта, однако звуковые волны в нём подчиняются непрерывной акустической метрике с эффективной лоренц-инвариантностью. Вопрос о том, как именно эта аналогия реализуется в Пласте, остаётся открытым и требует дальнейшего исследования.

## 3 Разрешение квантовых парадоксов

### 3.1 Коллапс волновой функции

*Проблема:* При измерении волновая функция «коллапсирует» мгновенно во всей Вселенной, что противоречит специальной теории относительности (сигнал не может распространяться быстрее света).

*Объяснение в ЕВКМ с квантованием времени:*

Коллапс — это не мгновенный процесс, а последовательность планковских «тиков». Когда квантовая система взаимодействует с макроскопическим прибором, начинается декогеренция — распространение информации о состоянии по связям Пласти. Этот процесс занимает конечное число тиков  $m$ :

$$\Delta t_{\text{коллапс}} = m \cdot t_P. \quad (8)$$

Число тиков оценивается как:

$$m \sim \frac{L}{ct_P} = \frac{L}{l_P}, \quad (9)$$

где  $L$  — характерный размер прибора. Для  $L \sim 1$  м,  $m \sim 10^{35}$ . За это время информация о результате измерения успевает распространиться на расстояние  $c \cdot mt_P = L$ . Для макроскопических приборов  $m$  огромно, поэтому коллапс кажется мгновенным. Однако никакой мгновенности нет — есть очень быстрый, но конечный процесс, не нарушающий причинность.

### 3.2 Запутанность и «призрачное действие на расстоянии»

*Проблема:* Измерение одной запутанной частицы мгновенно определяет состояние другой, где бы она ни находилась (нарушение локального реализма).

*Объяснение в ЕВКМ с квантованием времени:*

Запутанные частицы — это проекции одного узла Пласти. Когда одна частица измеряется, состояние узла «переключается». Это переключение происходит в собственном времени Пласти и занимает  $m \cdot t_P$  тиков.

Для внешнего наблюдателя, находящегося в Наполнении, эффект может казаться мгновенным, потому что  $t_P$  ничтожно мал. Однако принципиально существует минимальная задержка  $t_P$  между изменением состояния одной частицы и «ощущением» этого изменения другой. Никакой сигнал не движется быстрее света — просто «синхронизация» узлов происходит в иной системе отсчёта (Пласти).

### 3.3 Кот Шрёдингера

*Проблема:* Макроскопический объект (кот) может находиться в суперпозиции живого и мёртвого, что противоречит нашему повседневному опыту.

*Объяснение в ЕВКМ с квантованием времени:*

Кот — это сложный иерархический узел Пласта. Его состояние (жив/мёртв) определяется конфигурацией множества подузлов. Переход из суперпозиции в определённое состояние не может быть мгновенным — он требует, чтобы все подузлы «переключились» согласованно. Это занимает время:

$$\Delta t_{\text{кот}} = K \cdot t_P, \quad (10)$$

где  $K$  — число подузлов, участвующих в переключении. Для кота массой  $\sim 70$  кг число атомов  $K \sim 10^{27}$ , время перехода:

$$\Delta t_{\text{кот}} \sim 10^{27} \times 5.4 \times 10^{-44} \approx 5.4 \times 10^{-17} \text{ с}. \quad (11)$$

Это ничтожно мало для человеческого восприятия, но в  $10^{27}$  раз больше  $t_P$ . В течение этого времени кот находится в переходном, неопределённом состоянии — не «жив» и не «мёртв», а в процессе становления. Для макроскопических объектов  $\Delta t_{\text{кот}}$  может быть много больше времени когерентности, поэтому суперпозиции макроскопических состояний не наблюдаются.

### 3.4 Проблема наблюдателя

*Проблема:* Что считается «измерением»? Где граница между квантовой и классической системой?

*Объяснение в ЕВКМ с квантованием времени:*

«Измерение» — это процесс, в котором узел-наблюдатель (прибор, сложная система) входит в резонанс с узлом-объектом (частицей). Этот процесс требует согласования «тиков» между ними. Как только количество согласованных тиков превышает некоторый порог  $M$ , происходит «запись» информации в структуру узла-наблюдателя.

Объективный критерий измерения: система считается «измерившей», если она способна поддерживать когерентное взаимодействие с объектом на протяжении не менее  $M$  планковских тиков, где  $M$  — характеристика сложности наблюдателя (например, число узлов в нём). Это определение не требует привлечения сознания и не оставляет места для «мистического» коллапса.

## 4 Связь с другими разделами ЕВКМ

Квантование времени органично вписывается в уже разработанные аспекты ЕВКМ:

- **Квантование массы** ( $M = N \cdot m_P$ ) [3]: Масса — это число «замороженных» квантов. Изменение массы требует времени  $\Delta t = \Delta N \cdot t_P$ .
- **Квантование передачи энергии** ( $\Delta E = k \cdot E_P$ ) [4]: Энергия передаётся за один «тик»  $t_P$ .

- **Классификатор чёрных дыр (якоря Пласта)** [2]: Разные классы якорей соответствуют разным режимам «тиков» (частота передачи, число согласованных тиков).
- **Голографический принцип (СГВ как экран)** [4]: Информация на СГВ обновляется дискретно, с шагом  $t_P$ , что даёт максимальную скорость передачи информации  $c^2/G$  (планковский поток).
- **Уравнение Пласта (дискретная ОТО)** [5]: Кривизна пространства-времени определяется конечными разностями метрики за время  $t_P$ .

## 5 Проверяемые предсказания

Таблица 1: Сводная таблица предсказаний.

| Предсказание  |
|---|
| Дискретные особенности в спектре СМВ («ступеньки» на масштабах, соответствующих $l_P$ с учётом Минимальная задержка в интерферометрах (невозможность различить два события, разделённых |
| Дискретные вспышки от микро-ЧД в конце жизни (серия вспышек с интервалом $t_P$ )  |
| Дискретный спектр гравитационно-волнового фона (пики на частотах, кратных $\nu_P$ с учётом красн  |

## 6 Заключение

В работе показано, что из дискретности Пласта и квантования передачи энергии естественным образом вытекает квантование времени: любые изменения в системе происходят дискретными «тиками» с минимальным интервалом  $t_P$ . Выведен дискретный оператор эволюции, установлен верхний предел точности измерения энергии  $\Delta E \leq E_P/2$ .

На этой основе предложено новое объяснение ключевых квантовых парадоксов:

- Коллапс волновой функции — не мгновенный, а процесс, занимающий  $m \cdot t_P$  тиков, где  $m \sim L/l_P$ .
- Запутанность — синхронизация узлов Пласта с минимальной задержкой  $t_P$ .
- Кот Шрёдингера — переход из суперпозиции в определённое состояние, требующий времени  $K \cdot t_P$ , где  $K$  — число подузлов.
- Проблема наблюдателя — объективный критерий измерения через число согласованных тиков, не требующий привлечения сознания.

Квантование времени не противоречит квантовой механике, а дополняет её, снимая мистические интерпретации и предлагая физически обоснованную альтернативу. Работа представляет собой следующий шаг в формализации ЕВКМ и демонстрирует её объяснительную силу на фундаментальных вопросах квантовой теории.

### **Благодарности**

Автор благодарит сообщество ЕВКМ за обсуждения и критику.

## References / Литература

- [1] Slavutsky, G.Y. Unified Wave Cosmological Model: From a Quantized Spacetime Network to Cosmological Predictions. Zenodo, 2026. DOI: 10.5281/zenodo.17781827
- [2] Slavutsky, G.Y. Black Hole Classifier as Stratum Anchors. Zenodo, 2026. DOI: 10.5281/zenodo.194316
- [3] Slavutsky, G.Y. Mass Quantization in UWCM: From the Black Hole Classifier to a Bridge with GR. Zenodo, 2026. DOI: 10.5281/zenodo.19516683
- [4] Slavutsky, G.Y. Quantization of Energy Transfer in UWCM: Connection to the Holographic Principle. Zenodo, 2026. DOI: 10.5281/zenodo.19518042
- [5] Slavutsky, G.Y. On the Formulation of the Stratum Equation: A Discrete Analog of GR in UWCM. Zenodo, 2026. DOI: 10.5281/zenodo.19518993
- [6] Page, D.N.; Wootters, W.K. Evolution without evolution: Dynamics described by stationary observables. *Physical Review D*, 1983, 27, 2885.
- [7] Rovelli, C.; Smolin, L. Discreteness of area and volume in quantum gravity. *Nuclear Physics B*, 1995, 442, 593.
- [8] Planck, M. *Die Welt als Gesetzmäßiges Geschehen*. Sitzungsberichte der Preußischen Akademie der Wissenschaften, 1931.