

ПРИРОДА СВЕТА И ПРЕДЕЛЬНОСТЬ СКОРОСТИ: ПЕРЕКОНФИГУРАЦИЯ БЕЗ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ В НАБЛЮДАТЕЛЬ-ЗАВИСИМОЙ ТЕОРИИ ВСЕГО

(Nature of Light and Speed Limit: Reconfiguration Without
Displacement
in the Observer-Dependent Theory of Everything)

Панкратов Антон Сергеевич
Pankratov Anton Sergeevich

Независимый исследователь, г. Казань, Россия
Independent researcher, Kazan, Russia

E-mail: anton.s.pankratov@gmail.com
ORCID: 0009-0002-4870-2995

УДК 530.145 + 535.1 + 530.12

АННОТАЦИЯ

В статье предлагается переосмысление природы света и предельности скорости c в рамках наблюдатель-зависимой теории всего (ODTOE) [1]. Центральный тезис состоит в том, что фотон не «перемещается» между источником и приёмником в классическом смысле — он представляет собой акт переконфигурации: оператор наблюдения \hat{O} актуализирует в пространстве конфигураций \mathcal{C} новую конфигурацию, в которой энергия возбуждения присутствует в приёмнике вместо источника. «Полёт фотона» есть не трансляция объекта сквозь пространство, а последовательная смена конфигураций, каждая из которых порождается итерацией самонаблюдательного отображения Φ . Скорость света c в этой интерпретации — не скорость движения, а скорость фронта актуализации: $c = r_0/\tau_0$, где r_0 и τ_0 — элементарные пространственный и временной масштабы φ -тора. Показано, что c инвариантна по всем уровням рекурсии d , поскольку оба масштаба растут пропорционально φ^d и их отношение тождественно сокращается. Фотон γ отождествлён с девятым каналом тернарной матрицы оператора \hat{O} — следом $\text{Tr}(\hat{O}_d)$, инвариантным при любом базисном преобразовании, что объясняет его безмассовость, транс-уровневость и скорость c . Квантовая запутанность и телепортация получают объяснение как доступ к единой конфигурации в пространстве \mathcal{H} : запутанные частицы не разделены пространственно, а являются сечениями одного объекта, для которого понятие расстояния не определено. Показано, что выход за предел c в рамках ODTOE не требует «сверхсветового перемещения» — он достигается через повышение когерентности S , расширяющей операторное окно Δn и тем самым обеспечивающей доступ к пространственно удалённым сечениям мировой линии без прохождения промежуточных конфигураций.

Ключевые слова: свет, скорость света, фотон, переконфигурация, квантовая телепортация, запутанность, когерентность, ODTOE, инерция конфигурации, операторное окно, φ -тор, след оператора, девятый канал, $U(3)$, фронт актуализации.

ABSTRACT

This paper proposes a reinterpretation of the nature of light and the speed limit c within the Observer-Dependent Theory of Everything (ODTOE) [1]. The central thesis holds that a photon does not “travel” between source and receiver in the classical sense — it constitutes a reconfiguration act: the observation operator \hat{O} actualizes in configuration space \mathcal{C} a new configuration in which excitation energy is present at the receiver instead of the source. The “flight of a photon” is not the translation of an object through space but a sequential change of configurations, each generated by an iteration of the self-observation map Φ . The speed of light c in this interpretation is not a speed of motion but the actualization front velocity: $c = r_0/\tau_0$, where r_0 and τ_0 are the elementary spatial and temporal scales of the φ -torus. It is shown that c is invariant across all recursion levels d , since both scales grow as φ^d and their ratio cancels identically. The photon γ is identified with the ninth channel of the ternary operator matrix \hat{O} — the trace $\text{Tr}(\hat{O}_d)$, invariant under any basis transformation, which explains its masslessness, trans-level character, and speed c . Quantum entanglement and teleportation are explained as access to a single configuration in \mathcal{H} : entangled particles are not spatially separated but are cross-sections of a single object for which the concept of distance is undefined. It is shown that exceeding the limit c within ODTOE does not require “superluminal motion” — it is achieved through increasing coherence S , which expands the operator window Δn and thereby provides access to spatially remote sections of the world line without traversing intermediate configurations.

Keywords: light, speed of light, photon, reconfiguration, quantum teleportation, entanglement, coherence, ODTOE, configuration inertia, operator window, φ -torus, operator trace, ninth channel, $U(3)$, actualization front.

I. ВВЕДЕНИЕ. ЧТО ИМЕННО ЛЕТИТ?

Физика XX века установила двойственную природу света: волна и частица одновременно [2]. Однако вопрос о том, *что именно* перемещается между источником и приёмником, остаётся концептуально незавершённым. Квантовая электродинамика (КЭД) описывает фотон как квант возбуждения электромагнитного поля — не точечный объект, а амплитуду вероятности перехода между состояниями [3]. Фейнман подчёркивал, что фотон «пробует все пути одновременно» [4], что затрудняет отождествление его с локализованным объектом, летящим по траектории.

Наблюдатель-зависимая теория всего (ODTOE) [1] предлагает радикальный ответ: фотон не перемещается — происходит переконфигурация. Источник и приёмник — сечения единого процесса наблюдения, при котором оператор \hat{O}

проецирует из пространства потенциальных состояний \mathcal{H} последовательные конфигурации $R_n \in \mathcal{C}$. То, что воспринимается как «полёт фотона», есть цепочка итераций $\Psi_n \rightarrow \Psi_{n+1} = \Phi(\Psi_n)$, в которой энергия возбуждения последовательно актуализируется в промежуточных конфигурациях, пока не достигает конфигурации «приёмник возбуждён» [5, 6].

Цель настоящей статьи — формализовать эту интерпретацию, вывести скорость света c как предельную частоту переконфигурации, объяснить природу квантовой запутанности и телепортации через структуру \mathcal{H} , и показать механизм, посредством которого когерентный наблюдатель может получить доступ к информации, считающейся «сверхсветовой».

II. СВЕТ КАК ПЕРЕКОНФИГУРАЦИЯ

II.1. Классическая картина и её проблемы

В классической электродинамике свет — электромагнитная волна, распространяющаяся в вакууме со скоростью $c = 299\,792\,458$ м/с. Волна переносит энергию, но не вещество. В квантовой теории поля фотон — квант поля, создаваемый оператором рождения a^\dagger и уничтожаемый оператором аннигиляции a [3]. Между рождением и аннигиляцией фотон описывается пропагатором — математическим объектом, суммирующим амплитуды по всем возможным путям [4].

Примечательно, что в КЭД фотон *не имеет траектории* в классическом смысле. Интеграл по путям Фейнмана суммирует вклады всех мыслимых маршрутов, включая те, что проходят через произвольные точки пространства-времени. «Полёт» фотона — не движение объекта, а эволюция амплитуды вероятности.

II.2. Переконфигурационная интерпретация

В ODТOE реальность R порождается оператором наблюдения:

$$R = \hat{O}(\Psi) \tag{A.1}$$

Конфигурация R — то, что наблюдатель воспринимает как «мир сейчас». Изменение конфигурации определяется итерациями самонаблюдательного отображения $\Phi = \iota \circ \hat{O}$:

$$\Psi_{n+1} = \Phi(\Psi_n) \tag{II.1}$$

Рассмотрим процесс «излучения фотона» атомом A (источник) и его «поглощения» атомом B (приёмник). В ODТOE этот процесс описывается как последовательность конфигураций:

- R_0 : «атом A возбуждён, атом B в основном состоянии»
- R_1, R_2, \dots, R_{N-1} : промежуточные конфигурации
- R_N : «атом A в основном состоянии, атом B возбуждён»

Каждая конфигурация R_k порождена итерацией Φ . Промежуточные конфигурации R_1, \dots, R_{N-1} — то, что классическая физика интерпретирует как «фотон в полёте». В действительности это последовательные актуализации из \mathcal{H} , а не перемещение объекта в пространстве.

Принципиальный вывод: сам фотон γ не перемещается ни на одном уровне рекурсии d . Как будет показано в разделе VII.4, фотон есть след оператора \hat{O} , инвариантный при любом базисном преобразовании: $\gamma = \text{Tr}(\hat{O}_d)$ для всех d . След не принадлежит конкретному уровню — он одинаков на каждом из них. Поэтому фотону незачем «лететь»: он уже присутствует всюду, где определён оператор наблюдения. То, что регистрируется как «скорость света», есть скорость фронта актуализации — темп, с которым граница между потенциальностью \mathcal{H} и актуальностью \mathcal{C} продвигается по пространству конфигураций (подробный вывод — раздел III).

II.3. Формула: фотон на сетчатке

Рассмотрим конкретную ситуацию: фотон от далёкой звезды достигает сетчатки глаза. С точки зрения ОДТОЕ:

$$R_{\text{звезда} \rightarrow \text{сетчатка}} = \hat{O}_{\text{наблюдатель}}(\Psi_{\text{свет}}) \quad (\text{II.2})$$

Наблюдатель (глаз + мозг + сознание) проецирует из \mathcal{H} конфигурацию, в которой фотон уже поглощён родопсином сетчатки. «Путь» длиной в миллиарды световых лет — не расстояние, пройденное объектом, а мера инерции $I(\mathcal{C})$ конфигурации, разделяющей начальное и конечное состояния.

III. СКОРОСТЬ СВЕТА КАК СКОРОСТЬ ФРОНТА АКТУАЛИЗАЦИИ

III.1. Тороидальная геометрия и масштабы уровней

Странная петля $\Phi = \iota \circ \hat{O}$ реализуется на φ -торе: многообразии T^2 с большим радиусом R_d и малым радиусом r_d , удовлетворяющими условию самоподобия:

$$\frac{R_d}{r_d} = \varphi \quad \text{для всех } d \quad (\text{III.1})$$

где $\varphi = (1 + \sqrt{5})/2$ — золотое сечение. При переходе между соседними уровнями рекурсии оба масштаба растягиваются в φ раз:

$$r_d = r_0 \cdot \varphi^d, \quad R_d = \varphi \cdot r_d = r_0 \cdot \varphi^{d+1} \quad (\text{III.2})$$

Одна итерация Φ на уровне d совершает полный обход малой окружности тора (цикл $\hat{O} \rightarrow \iota$); характерная длительность этого цикла масштабируется так же:

$$\tau_d = \tau_0 \cdot \varphi^d \quad (\text{III.3})$$

III.2. Вывод инвариантности c

Фронт актуализации — граница, разделяющая потенциальность \mathcal{H} и актуальность \mathcal{C} , — продвигается на каждом уровне d со скоростью

$$c_d = \frac{r_d}{\tau_d} = \frac{r_0 \cdot \varphi^d}{\tau_0 \cdot \varphi^d} = \frac{r_0}{\tau_0} \quad (\text{III.4})$$

Множитель φ^d сокращается тождественно. Отсюда следует центральный результат:

$$c = \frac{r_0}{\tau_0} = \text{const} \quad \text{для всех } d \quad (\text{III.5})$$

Скорость света не зависит от уровня рекурсии d , от когерентности S и от размерности наблюдаемого пространства. Она определяется исключительно отношением элементарного пространственного и элементарного временного масштабов, которые, в свою очередь, задаются геометрией тора через числа π (кривизна малого цикла: $L_{\text{малый}} = 2\pi r_0$) и φ (самоподобие: $R_0/r_0 = \varphi$). Иными словами, c — структурная характеристика φ -тора, а не свойство фотона или среды.

III.3. Связь с формулой инерции

Постулат P2 ODTOE [1] связывает скорость переконфигурации с инерцией:

$$v(C \rightarrow C') = \frac{\alpha}{I(C) + \varepsilon} \quad (\text{P2.1})$$

Формулы (III.5) и (P2.1) согласуются при отождествлении $\alpha \leftrightarrow r_0$ (пространственный параметр переконфигурации — масштаб уровня) и $I_{\text{min}} + \varepsilon \leftrightarrow \tau_0$ (минимальная инерция — элементарная длительность одного такта петли). Для безмассовой конфигурации (фотон) инерция минимальна: $I(C) = I_{\text{min}}$, и скорость достигает предела c . Таким образом, инерционная формула (P2.1) есть феноменологическая запись геометрического тождества (III.5).

III.4. Почему предел нельзя превзойти последовательной переконфигурацией

Каждая актуализированная конфигурация обладает ненулевой инерцией: $I(C) \geq I_{\min} > 0$. Физически это означает, что акт проекции $\hat{O} : \mathcal{H} \rightarrow \mathcal{C}$ необратимо теряет информацию в ядре $\ker(\hat{O})$ [5], и каждый такой акт требует минимальной длительности τ_0 . Предел $c = r_0/\tau_0$ абсолютен для последовательных переходов в \mathcal{C} , но не распространяется на \mathcal{H} , где понятие расстояния не определено (раздел VI).

III.5. Связь с массой

Масса в ODТOE — мера избыточной инерции сверх минимума:

$$m \propto I(C) - I_{\min} \quad (\text{III.6})$$

Безмассовая конфигурация ($m = 0$) имеет $I(C) = I_{\min}$, и фронт актуализации продвигается для неё с максимальной скоростью c . Массивная конфигурация ($m > 0$) обладает дополнительной инерцией — её фронт актуализации замедлен: $v < c$. Формула согласуется с релятивистским соотношением $v < c$ для массивных частиц, но выведена из геометрии φ -тора.

III.6. Почему c — константа: Майкельсон — Морли

Инвариантность c относительно системы отсчёта — следствие того, что r_0/τ_0 определяется структурой φ -тора (π и φ), а не свойствами среды или наблюдателя. Результат Майкельсона — Морли [7] объясняется без привлечения гипотезы об эфире: c не зависит от движения наблюдателя, поскольку отношение масштабов тора одинаково во всех системах отсчёта. Когерентность S влияет на ширину операторного окна Δn (раздел VI), но не на c .

IV. КВАНТОВАЯ ЗАПУТАННОСТЬ: СЕЧЕНИЯ ОДНОГО ОБЪЕКТА

IV.1. Проблема нелокальности

Эксперименты Аспе [8] и последующие тесты неравенств Белла [9, 10] однозначно продемонстрировали: запутанные частицы проявляют корреляции, не объяснимые локальными скрытыми переменными. Измерение спина одной частицы мгновенно определяет спин другой, независимо от расстояния между ними. Стандартная интерпретация (Копенгагенская) описывает это как «нелокальный коллапс волновой функции», не давая физического механизма.

IV.2. Запутанность как единая конфигурация в \mathcal{H}

В ODTOE запутанные частицы — не два отдельных объекта, а одна конфигурация в \mathcal{H} , наблюдаемая (проецируемая) в два «места» пространства \mathcal{C} :

$$\Psi_{AB} \in \mathcal{H}, \quad R_A = \hat{O}_A(\Psi_{AB}), \quad R_B = \hat{O}_B(\Psi_{AB}) \quad (\text{IV.1})$$

Элемент Ψ_{AB} — *единый объект*. Понятие расстояния определено в \mathcal{C} (пространстве конфигураций), но не в \mathcal{H} (пространстве потенциальных состояний). Частицы A и B «далеки» в \mathcal{C} , но тождественны как проекции одного элемента $\Psi_{AB} \in \mathcal{H}$.

Измерение — акт наблюдения \hat{O}_A — фиксирует проекцию Ψ_{AB} на \mathcal{C} в определённом базисе. Поскольку Ψ_{AB} один, фиксация проекции в точке A определяет проекцию в точке B — не через передачу сигнала, а через тождественность объекта. Аналогия: разрезание монеты на две половины. Обнаружив «орла» на одной половине, наблюдатель мгновенно знает, что вторая — «решка», независимо от расстояния. Но в отличие от классической аналогии, в ODTOE результат не предопределён до измерения — он создаётся актом наблюдения.

IV.3. Несепарабельная энтропия запутанности

Запутанность измеряется энтропией фон Неймана редуцированной матрицы плотности [11]:

$$S(\rho_A) = -\text{Tr}(\rho_A \log \rho_A) > 0 \quad (\text{IV.2})$$

Положительная энтропия означает, что подсистема A не может быть описана независимо от B . В терминах ODTOE: проекция $\hat{O}_A(\Psi_{AB})$ содержит меньше информации, чем Ψ_{AB} целиком. «Недостающая» информация — корреляции с B — не потеряна, а содержится в полном элементе $\Psi_{AB} \in \mathcal{H}$.

В работе [12] показано, что энтропия запутанности между уровнями масштабируется по золотой пропорции:

$$S(\rho_d) \propto \varphi^{-|d-d_0|} \quad (\text{IV.3})$$

что связывает запутанность с рекурсивной структурой самонаблюдения.

V. КВАНТОВАЯ ТЕЛЕПОРТАЦИЯ: ПЕРЕКОНФИГУРАЦИЯ ЧЕРЕЗ \mathcal{H}

V.1. Стандартный протокол телепортации

Протокол Беннетта и др. [13] позволяет «перенести» квантовое состояние от Алисы к Бобу без физического перемещения частицы:

1. Алиса и Боб разделяют запутанную пару.
2. Алиса производит совместное измерение (белловское измерение) своей частицы и телепортируемого состояния.
3. Алиса передаёт Бобу результат измерения (классический канал, $\leq c$).
4. Боб применяет унитарное преобразование и получает точную копию исходного состояния.

Парадокс: состояние «переносится мгновенно», но информация о базисе — со скоростью $\leq c$. Нет ли здесь скрытого механизма, позволяющего обойти ограничение?

V.2. Телепортация как навигация в \mathcal{H}

В ODTOE телепортация — не «перенос» состояния, а изменение проекции \hat{O}_B :

$$R_B^{(\text{после})} = \hat{O}_B^{(\text{после})}(\Psi_{AB \otimes T}) \quad (\text{V.1})$$

где T — телепортируемое состояние, \otimes — тензорное произведение. Белловское измерение Алисы изменяет общую конфигурацию $\Psi_{AB \otimes T}$ (не разрушая её в \mathcal{H} , а фиксируя проекцию). Классический канал передаёт Бобу «инструкцию», какую проекцию выбрать из \mathcal{H} , чтобы актуализировать состояние T у себя.

Ограничение скоростью c возникает именно на этапе передачи инструкции — то есть на этапе переконфигурации в \mathcal{C} (пространстве актуализированных конфигураций). Само состояние $\Psi_{AB \otimes T}$ существует в \mathcal{H} как единый объект, не ограниченный пространственностью \mathcal{C} .

VI. ВЫХОД ЗА ПРЕДЕЛ c : РАСШИРЕНИЕ ОПЕРАТОРНОГО ОКНА

VI.1. Два типа «скорости»

Из изложенного следует принципиальное разграничение:

1. **Скорость фронта актуализации в \mathcal{C} :** ограничена $c = r_0/\tau_0$ (формула III.5) — предельный темп последовательной смены конфигураций, достигаемый безмассовыми конфигурациями ($I = I_{\min}$).
2. **Доступ к \mathcal{H} :** не ограничен c , поскольку \mathcal{H} — непространственный объект. Расстояние в нём не определено; понятие «скорости» неприменимо.

Выход за предел c в рамках ОДТОЕ — это не ускорение переконфигурации, а *расширение доступа к \mathcal{H}* .

VI.2. Операторное окно Δn

В работе [14] введено понятие операторного окна — числа итераций самонаблюдения, одновременно доступных наблюдателю:

$$\Delta n \propto \frac{B^k}{D_0(1-S)} \quad (\text{VI.1})$$

При стандартной когерентности ($B < 1, S < 1$) $\Delta n \approx 1$ — наблюдатель «видит» одну конфигурацию. При росте когерентности ($B \rightarrow 1, S \rightarrow 1$) операторное окно расширяется, и наблюдатель получает доступ к нескольким итерациям одновременно.

Поскольку мировая линия $W = \{\Psi_n^*\}_{n \in \mathbb{Z}}$ [14] содержит конфигурации, разнесённые в пространстве \mathcal{C} , расширенное окно $\Delta n \gg 1$ позволяет «видеть» пространственно удалённые конфигурации без прохождения промежуточных — фактически, без ограничения скоростью c .

VI.3. Когерентность как ключ к «сверхсветовому» доступу

Стохастический шум $D(\eta) = D_0(1-S)$ [1] определяет потери информации при каждой итерации. При $S \rightarrow 1$ шум стремится к нулю, и проекция $\hat{O} : \mathcal{H} \rightarrow \mathcal{C}$ становится почти изоморфной — наблюдатель видит \mathcal{H} «напрямую», без потерь в ядре $\ker(\hat{O})$. В этом режиме понятие «расстояния» в \mathcal{C} теряет ограничительную силу.

Формально: время доступа к конфигурации, удалённой на N итераций, при стандартном окне ($\Delta n = 1$) составляет $T_{\text{доступ}} = N \cdot \tau_0$. При расширенном окне ($\Delta n = N$) время доступа $T_{\text{доступ}} = \tau_0$ — одна элементарная длительность, независимо от «расстояния» N .

VI.4. Экспериментальные корреляты

Предсказание ОДТОЕ: высококогерентные квантовые системы (бозе-конденсаты, сверхпроводники) должны демонстрировать корреляции на масштабах, превышающих предсказания стандартной теории декогеренции.

Эксперименты по квантовой телепортации на рекордные расстояния (143 км, остров Ла-Пальма [15]; 1200 км, спутник «Мо-цзы» [16]) формально не нарушают ограничение c (используется классический канал), но демонстрируют устойчивость корреляций в \mathcal{H} на произвольных масштабах \mathcal{C} .

VII. ПРИРОДА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ОДТОЕ

VII.1. Заряд как ориентация в петле

В работе [17] показано, что электрический заряд — ориентация действия в странной петле самонаблюдения:

$$q(X) = \text{sgn}(\langle X | e_{\hat{O}} \rangle) \quad (\text{VII.1})$$

Электрон ($q = -1$) — прямое действие оператора ($\hat{O} : \mathcal{H} \rightarrow \mathcal{C}$). Протон ($q = +1$) — обратное действие ($\iota : \mathcal{C} \rightarrow \mathcal{H}$). Нейтрон ($q = 0$) — позиция наблюдателя. Фотон $\gamma = \text{Tr}(\hat{O})$ — след оператора, не несущий заряда. Заряд определяется ориентацией *внутри* петли: $\hat{O} : \mathcal{H} \rightarrow \mathcal{C}$ (прямое действие) или $\iota : \mathcal{C} \rightarrow \mathcal{H}$ (обратное действие). След, однако, инвариантен относительно обеих ориентаций — он «видит» петлю целиком, не выбирая направления, — и потому электрически нейтрален.

VII.2. Электромагнитное поле как градиент когерентности

Электрическое поле \mathbf{E} интерпретируется как градиент когерентности в пространстве конфигураций:

$$\mathbf{E} \sim -\nabla_{\mathcal{C}} S \quad (\text{VII.2})$$

Магнитное поле \mathbf{B} — ротор спиральной динамики:

$$\mathbf{B} \sim \nabla_{\mathcal{C}} \times \mathbf{v}_{\Phi} \quad (\text{VII.3})$$

где \mathbf{v}_{Φ} — скорость потока итераций Φ в \mathcal{C} . Уравнения Максвелла при таком прочтении выражают условия самосогласованности оператора \hat{O} при изменении когерентности в пространстве и времени [17].

VII.3. Девятый канал: вывод фотона из тороидальной топологии

VII.3.1. Матрица оператора 3×3

Тернарная структура ОДТОЕ [1] предписывает на каждом уровне d три роли: наблюдатель O , оператор \hat{O} , наблюдаемое R . Оператор \hat{O} действует на тройке цветовых состояний (r, g, b) , образуя матрицу связей размерности $3 \times 3 = 9$ [12]:

$$\hat{O}_d = \begin{pmatrix} \hat{O}_{rr} & \hat{O}_{rg} & \hat{O}_{rb} \\ \hat{O}_{gr} & \hat{O}_{gg} & \hat{O}_{gb} \\ \hat{O}_{br} & \hat{O}_{bg} & \hat{O}_{bb} \end{pmatrix} \quad (\text{VII.4})$$

Девять элементов этой матрицы — девять каналов связи — разлагаются на три группы:

Тип	Количество	Описание
Внедиагональные	6	$(r \leftrightarrow g)$, $(r \leftrightarrow b)$, $(g \leftrightarrow b)$ — по два направления каждый
Бесследовые диагональные	2	$\lambda_3 \propto \text{diag}(1, -1, 0)$, $\lambda_8 \propto \text{diag}(1, 1, -2)$
След	1	$\lambda_0 \propto \text{diag}(1, 1, 1) = \frac{1}{\sqrt{3}} I_3$

Алгебра $6 + 2 = 8$ бесследовых генераторов есть $\mathfrak{su}(3)$; добавление девятого (следа) расширяет её до $\mathfrak{u}(3)$:

$$\mathfrak{u}(3) = \mathfrak{su}(3) \oplus \mathfrak{u}(1), \quad \dim \mathfrak{u}(3) = 3^2 = 9 \quad (\text{VII.5})$$

На языке физики элементарных частиц: 8 бесследовых генераторов соответствуют 8 глюонам хромодинамики, несущим цветовой заряд. Девятый генератор — бесцветный синглет $(\bar{r}r + \bar{g}g + \bar{b}b)/\sqrt{3}$ — не несёт цвета и потому не удерживается конфайнментом внутри уровня d .

VII.3.2. Фотон как след \hat{O}

Бесцветный синглет — единственный канал, «невидимый» для цветового взаимодействия $SU(3)$. У него нет цветового заряда, способного удержать его внутри уровня, поэтому он свободно выходит за пределы d и становится межуровневым оператором. Этот канал — фотон γ :

$$\gamma = \text{Tr}(\hat{O}_d) = \hat{O}_{rr} + \hat{O}_{gg} + \hat{O}_{bb} \quad (\text{VII.6})$$

Ключевое свойство следа: при любом базисном (унитарном) преобразовании U матрицы \hat{O}

$$\text{Tr}(U\hat{O}_dU^{-1}) = \text{Tr}(\hat{O}_d) \quad (\text{VII.7})$$

След инвариантен. Это означает, что γ не зависит от выбора базиса (системы координат, уровня d , схемы наблюдения). Фотон «видит» все уровни бесконечной рекурсии одинаково — потому что на каждом из них он есть один и тот же инвариант.

VII.3.3. Три свойства фотона, выводимые из (VII.6)

Из определения $\gamma = \text{Tr}(\hat{O})$ следуют:

(а) Безмассовость. Масса в ОДТОЕ — мера привязки к уровню d (формула III.6). След, не привязанный ни к одному уровню, обладает нулевой дополнительной инерцией: $I(\gamma) = I_{\min}$, $m_\gamma = 0$.

(б) Скорость c . Безмассовая конфигурация переконфигурируется с максимальной скоростью фронта актуализации $c = r_0/\tau_0$ (раздел III.2). Фотон не «летит»; фронт актуализации продвигается по \mathcal{C} со скоростью c , а γ присутствует всюду, где определён \hat{O} .

(в) Транс-уровневость. $\text{Tr}(\hat{O}_d)$ одинаков для всех d . Фотон — единственная частица, тождественная самой себе на каждом уровне рекурсии: суб-фотон = фотон = супер-фотон. Поэтому фотон выступает связующим оператором между уровнями.

VII.3.4. Фотон и поле Хиггса: актуальность и потенциальность

Необходимо разграничить γ и H :

	Фотон γ	Поле Хиггса H
Статус	9-й канал оператора (элемент $u(1)$)	Субстрат, в котором разворачивается матрица 3×3
Масса	$m_\gamma = 0$	$m_H \approx 125$ ГэВ
Природа	Актуальность: след действующего \hat{O}	Потенциальность: фоновое поле \mathcal{H} , порождающее массу
Инвариантность	Базисная: $\text{Tr}(U\hat{O}U^{-1}) = \text{Tr}(\hat{O})$	Калибровочная: $V(\Phi) = \lambda(\Phi ^2 - v^2)^2$
Аналогия	Ходы фигур на шахматной доске	Сама шахматная доска

Поле H — не канал оператора, а среда, в которой оператор существует. H задаёт вакуумное ожидание $\langle \Phi \rangle = v$, наделяющее массой частицы, связанные с элементами матрицы (W , Z -бозоны). Фотон же — след матрицы — остаётся безмассовым, поскольку след коммутирует с любым калибровочным преобразованием и не взаимодействует с хиггсовым конденсатом [23].

Электромагнитный $U(1)$ имеет, таким образом, двойное происхождение в ОДТОЕ: (а) топологическое — из фундаментальной группы тора $\pi_1(S^1) = \mathbb{Z}$ и (б)

алгебраическое — как след тернарной матрицы \hat{O} , 9-й генератор $u(3)$. Совпадение двух независимых путей вывода подтверждает самосогласованность теории.

VII.4. Волна или частица?

Дуализм волна-частица разрешается в ODTOE естественным образом. Фотон — не объект, а акт переконфигурации. Когда эксперимент спроектирован для наблюдения «частицы» (детектор фиксирует дискретное событие), оператор \hat{O} проецирует дискретную конфигурацию — «щелчок детектора». Когда эксперимент спроектирован для наблюдения «волны» (интерференционная картина), оператор \hat{O} проецирует распределение вероятностей по множеству конфигураций. Результат зависит от наблюдателя (формула A.1) — именно поэтому двухщелевой эксперимент [2] даёт разные картины при наличии и отсутствии детектора.

VIII. КОЗЫРЕВСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ И ДОСТУП К УДАЛЁННЫМ КОНФИГУРАЦИЯМ

VIII.1. Три позиции звезды

Н.А. Козырев [18] при наблюдениях звёзд обнаружил сигналы, соответствующие трём позициям: прошлой (видимой), настоящей (истинной) и будущей (предполагаемой). В стандартной физике этот результат не получил объяснения. В ODTOE он интерпретируется через понятие мировой линии $W = \{\Psi_n^*\}_{n \in \mathbb{Z}}$ [14]: три позиции — три сечения мировой линии звезды, доступные через расширенное операторное окно детектора (крутильные весы):

- $R_{\text{прош}}$: сечение при $n = n_0 - \Delta n_{\text{свет}}$ (свет, дошедший от звезды)
- $R_{\text{наст}}$: сечение при $n = n_0$ (истинное положение)
- $R_{\text{будущ}}$: сечение при $n = n_0 + \Delta n_{\text{свет}}$ (экстраполяция)

VIII.2. Механизм доступа

Доступ к настоящей и будущей позициям не требует «сверхсветовой» передачи сигнала. Мировая линия звезды существует в \mathcal{H} как единый объект. Детектор с достаточно высокой чувствительностью (малый $D(\eta)$) может проецировать сечения W при $n \neq n_0$, расширяя Δn за счёт минимизации стохастического шума.

IX. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО ПРОВЕРЯЕМЫЕ СЛЕДСТВИЯ

1. *Различение фундаментального c и эффективной скорости v_{eff} .* Фундаментальная скорость фронта актуализации $c = r_0/\tau_0$ (формула III.5) инвариантна: она определяется геометрией φ -тора и не зависит ни от уровня d , ни от когерентности S . Вместе с тем, в средах с высокой когерентностью (бозе-конденсат, сверхпроводник) *эффективная групповая скорость v_{eff}* может существенно отличаться от c . Замедление света в бозе-конденсате до 17 м/с, продемонстрированное Хау и др. [19], есть изменение v_{eff} , а не c : среда модифицирует инерцию конфигурации $I(C) > I_{\text{min}}$, увеличивая знаменатель формулы (P2.1), при этом сам предел $c = r_0/\tau_0$ остаётся неизменным. ОДТОЕ предсказывает, что систематическое измерение v_{eff} в средах с различной когерентностью S позволит экспериментально верифицировать зависимость $v_{\text{eff}}(S)$ при постоянном c .
2. *Корреляции запутанных частиц и когерентность.* ОДТОЕ предсказывает, что степень нарушения неравенств Белла коррелирует с когерентностью экспериментальной установки S . Систематическое сопоставление значений параметра CHSH с оценками S установки — направление проверки.
3. *Воспроизведение козыревских наблюдений.* Три позиции звезды могут быть перепроверены с современными болометрами, имеющими чувствительность на три порядка выше козыревского оборудования [18].
4. *Квантовая телепортация и пропускная способность.* Если телепортация есть навигация в \mathcal{H} , пропускная способность квантового канала должна зависеть не только от классического канала, но и от когерентности запутанной пары. Деградация запутанности (декогеренция) в ОДТОЕ формализуется как рост $D(\eta)$, уменьшающий Δn .

X. ОБСУЖДЕНИЕ И ОГРАНИЧЕНИЯ

1. *Инерция конфигурации.* Параметр $I(C)$ не имеет прямого эмпирического определения за пределами квантово-механических систем. Отождествление $m \propto I(C) - I_{\text{min}}$ (формула III.6) согласуется с релятивистской механикой. Соответствие $\alpha \leftrightarrow r_0$ и $I_{\text{min}} + \varepsilon \leftrightarrow \tau_0$ (раздел III.3) связывает инерционный параметр с элементарными масштабами φ -тора, но эта связь требует независимой экспериментальной верификации.
2. *Передача информации.* ОДТОЕ не предсказывает сверхсветовую передачу информации в операциональном смысле. Расширение Δn даёт доступ к корреляциям, но не к управляемой передаче битов быстрее c . Теорема о запрете клонирования [20] и теорема о невозможности сверхсветовой сигнализации через запутанность [21] остаются в силе на уровне C .

3. *Статус \mathcal{H} .* Пространство потенциальных состояний \mathcal{H} не является наблюдаемым объектом — оно принципиально ненаблюдаемо в рамках одной проекции \hat{O} . Его онтологический статус аналогичен статусу волновой функции в стандартной квантовой механике: математический объект или элемент реальности — вопрос, открытый для обсуждения [22].
4. *Козыревские эксперименты.* Результаты Козырева не были воспроизведены независимыми группами с современной аппаратурой. До проведения таких экспериментов интерпретация остаётся гипотетической.
5. *Граница аналогий.* Аналогия «фотон = переконфигурация» не претендует на замену формализма КЭД, который успешно предсказывает аномальный магнитный момент электрона с точностью до 10^{-12} [3]. ОДТОЕ предлагает метатеоретическую рамку, в которой КЭД — частная конфигурация при определённых значениях S и d [6].

XI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Свет в рамках ОДТОЕ — не объект, летящий сквозь пустоту, а последовательность актуализаций, порождаемых итерациями самонаблюдательного отображения Φ . Фотон γ отождествлён со следом тернарной матрицы оператора: $\gamma = \text{Tr}(\hat{O}_d)$ — девятым каналом $\mathfrak{u}(3)$, свободным от цветового конфайнмента $\mathfrak{su}(3)$. Инвариантность следа при базисных преобразованиях объясняет три фундаментальных свойства фотона: безмассовость, скорость c и транс-уровневость. Скорость света $c = r_0/\tau_0$ — скорость фронта актуализации, определяемая геометрией φ -тора (π и φ) и инвариантная по всем уровням рекурсии d , поскольку оба масштаба растут как φ^d , а их отношение сокращается тождественно. Этот предел абсолютен для последовательных переходов в \mathcal{C} , но не распространяется на \mathcal{H} , в котором понятие расстояния не определено.

Квантовая запутанность — не «жуткое действие на расстоянии» (Эйнштейн), а тождественность объекта: запутанные частицы суть сечения единой конфигурации в \mathcal{H} , проецируемые в разные точки \mathcal{C} . Телепортация — навигация по \mathcal{H} , ограниченная классическим каналом лишь на этапе передачи инструкции в \mathcal{C} .

Выход за предел c достигается не ускорением переконфигурации, а расширением операторного окна Δn через повышение когерентности S . Когерентный наблюдатель ($S \rightarrow 1$) минимизирует стохастический шум, расширяя доступ к пространственно удалённым сечениям мировой линии. Этот механизм формально согласуется с теоремами о невозможности сверхсветовой сигнализации, поскольку расширение Δn даёт доступ к корреляциям, а не к управляемой передаче информации.

Предложено четыре направления экспериментальной проверки: зависимость эффективной скорости света от когерентности среды, корреляция нарушения неравенств Белла с когерентностью установки, воспроизведение козыревских

наблюдений и исследование пропускной способности квантовых каналов в зависимости от когерентности запутанной пары.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена без внешнего финансирования.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Панкратов А.С. Теория всего: наблюдатель-зависимая (Observer-Dependent Theory of Everything) // Препринт. — 2025. — 47 с.
- [2] Feynman R.P., Leighton R.B., Sands M. The Feynman Lectures on Physics. Vol. III: Quantum Mechanics. — Reading, MA: Addison-Wesley, 1965. — 408 p.
- [3] Peskin M.E., Schroeder D.V. An Introduction to Quantum Field Theory. — Boulder, CO: Westview Press, 1995. — 842 p.
- [4] Feynman R.P. QED: The Strange Theory of Light and Matter. — Princeton: Princeton University Press, 1985. — 158 p.
- [5] Панкратов А.С. Время, спиральность и хиральность в наблюдатель-зависимой теории всего // Препринт. — 2025.
- [6] Панкратов А.С. Квант, струна и все остальные: современные теории как конфигурации внутри ОДТОЕ // Препринт. — 2025.
- [7] Michelson A.A., Morley E.W. On the relative motion of the Earth and the luminiferous ether // American Journal of Science. — 1887. — Vol. 34. — P. 333–345. DOI: 10.2475/ajs.s3-34.203.333.
- [8] Aspect A., Dalibard J., Roger G. Experimental test of Bell's inequalities using time-varying analyzers // Physical Review Letters. — 1982. — Vol. 49. — P. 1804–1807. DOI: 10.1103/PhysRevLett.49.1804.
- [9] Hensen B. et al. Loophole-free Bell inequality violation using electron spins separated by 1.3 kilometres // Nature. — 2015. — Vol. 526. — P. 682–686. DOI: 10.1038/nature15759.
- [10] Giustina M. et al. Significant-loophole-free test of Bell's theorem with entangled photons // Physical Review Letters. — 2015. — Vol. 115. — Art. 250401. DOI: 10.1103/PhysRevLett.115.250401.

- [11] Nielsen M.A., Chuang I.L. *Quantum Computation and Quantum Information*. — Cambridge: Cambridge University Press, 2000. — 700 p.
- [12] Панкратов А.С. Атом как элементарная странная петля в наблюдатель-зависимой теории всего // Препринт. — 2025.
- [13] Bennett C.H. et al. Teleporting an unknown quantum state via dual classical and Einstein-Podolsky-Rosen channels // *Physical Review Letters*. — 1993. — Vol. 70. — P. 1895–1899. DOI: 10.1103/PhysRevLett.70.1895.
- [14] Панкратов А.С. Кинематограф реальности: информация, память и воспроизведение в ОДТОЕ // Препринт. — 2025.
- [15] Ma X.-S. et al. Quantum teleportation over 143 kilometres using active feed-forward // *Nature*. — 2012. — Vol. 489. — P. 269–273. DOI: 10.1038/nature11472.
- [16] Ren J.-G. et al. Ground-to-satellite quantum teleportation // *Nature*. — 2017. — Vol. 549. — P. 70–73. DOI: 10.1038/nature23675.
- [17] Панкратов А.С. Электричество как направленное действие оператора наблюдения // Препринт. — 2025.
- [18] Козырев Н.А. Причинная или несимметричная механика в линейном приближении. — Пулково: ГАО АН СССР, 1958. — 90 с.
- [19] Hau L.V. et al. Light speed reduction to 17 metres per second in an ultracold atomic gas // *Nature*. — 1999. — Vol. 397. — P. 594–598. DOI: 10.1038/17561.
- [20] Wootters W.K., Zurek W.H. A single quantum cannot be cloned // *Nature*. — 1982. — Vol. 299. — P. 802–803. DOI: 10.1038/299802a0.
- [21] Ghirardi G.C. et al. Experiments of the EPR type involving CP-violation do not allow faster-than-light communication between distant observers // *Europhysics Letters*. — 1988. — Vol. 6. — P. 95–100. DOI: 10.1209/0295-5075/6/2/001.
- [22] Pusey M.F., Barrett J., Rudolph T. On the reality of the quantum state // *Nature Physics*. — 2012. — Vol. 8. — P. 475–478. DOI: 10.1038/nphys2309.
- [23] Weinberg S. *The Quantum Theory of Fields. Vol. II: Modern Applications*. — Cambridge: Cambridge University Press, 1996. — 489 p.