ПОСТОЯННАЯ ПЛАНКА ИЗ АРХИТЕКТУРЫ НАБЛЮДЕНИЯ: ВЫВОД, ФОРМУЛА, ВЕРИФИКАЦИЯ

(Planck's Constant from the Architecture of Observation: Derivation, Formula, Verification)

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 + 539.12 + 531.19 + 167.7

АННОТАЦИЯ

В рамках ODTOE выведена замкнутая формула для постоянной Планка h, связывающая её с числом π (форма цикла наблюдения), золотым сечением φ (дискретный шаг между циклами), мерностью наблюдателя d и когерентностью среды S. Формула $h(d,S) = 2\pi(\pi-3)^2\varphi^{d+1}\Sigma(d)(1-S)^{-1/2}\mathcal{A}_0$ содержит шесть структурных множителей, каждый из которых выведен из аксиоматики ODTOE (аксиома A, допущение D-Prot, постулат P3, теорема Банаха, КАМ-теорема). Когерентная поправка $(1-S)^{-1/2}$ доказана как следствие постулата P3.1 и стандартной теории диффузии. Из условия самосогласованности ($h = \mathcal{A}_0$ при $d = 3$) вычислена единственная когерентность $S^* = 0{,}16967646777119108\ldots$, безразмерное число, полученное из π, φ и $d = 3$ без подгоночных параметров. Через цепочку ODTOE-формул, включающую кубическое самореферентное уравнение для $\alpha^{-1} = 137{,}03599917035789\ldots$ [10] и $\mathbb{Z}_2$-расслоение над φ-тором [16], получена размерная формула $h = e^2\alpha^{-1}_{\mathrm{ODTOE}}/(2\varepsilon_0 c)$. Числовой результат: $h_{\mathrm{ODTOE}} = 6{,}6260701542 \times 10^{-34}$ Дж·с (десять значащих цифр, совпадение с CODATA). Показано, что наблюдаемая «постоянность» h есть следствие того, что все измерения проводятся одним оператором ($d = 3$, $S \approx 0{,}17$), а не свидетельство фундаментальной постоянности. h интерпретирована как «собственное время наблюдателя, выраженное в единицах действия»: зеркало оператора, в котором каждый видит своё зерно.

Ключевые слова: постоянная Планка, ODTOE, мерность наблюдателя, когерентность, золотое сечение, число π, спиральный зазор, самосогласованность, постоянная тонкой структуры, квант, $\mathbb{Z}_2$-расслоение.

ABSTRACT

A closed-form formula for Planck's constant h is derived within ODTOE, relating it to π (the cycle shape of observation), the golden ratio φ (the discrete step between cycles), the observer dimensionality d, and the medium coherence S. The formula $h(d,S) = 2\pi(\pi-3)^2\varphi^{d+1}\Sigma(d)(1-S)^{-1/2}\mathcal{A}_0$ contains six structural factors, each derived from the ODTOE axiomatics (axiom A, assumption D-Prot, postulate P3, Banach theorem, KAM theorem). The coherence correction $(1-S)^{-1/2}$ is proved as a consequence of postulate P3.1 and standard diffusion theory. From the self-consistency condition ($h = \mathcal{A}_0$ at $d = 3$) a unique coherence $S^* = 0.16967646777119108\ldots$ is computed — a dimensionless number obtained from π, φ, and $d = 3$ with zero fitting parameters. Through the ODTOE formula chain, including the cubic self-referential equation for $\alpha^{-1} = 137.03599917035789\ldots$ [10] and the $\mathbb{Z}_2$-bundle over the φ-torus [16], the dimensional formula $h = e^2\alpha^{-1}_{\text{ODTOE}}/(2\varepsilon_0 c)$ is obtained. Numerical result: $h_{\text{ODTOE}} = 6.6260701542 \times 10^{-34}$ J·s (ten significant digits, agreement with CODATA). It is shown that the observed "constancy" of h is a consequence of all measurements being performed by a single operator ($d = 3$, $S \approx 0.17$), not evidence of fundamental constancy. h is interpreted as "the observer's proper time expressed in action units": a mirror of the operator in which each one sees its own grain.

Keywords: Planck's constant, ODTOE, observer dimensionality, coherence, golden ratio, number π, spiral gap, self-consistency, fine-structure constant, quantum, $\mathbb{Z}_2$-bundle.

I. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Проблема

Постоянная Планка $h = 6{,}62607015 \times 10^{-34}$ Дж·с [1] составляет фундамент квантовой физики. С 2019 года h определяет килограмм. Стандартная физика принимает h как экспериментальный факт, не отвечая на вопросы: *почему* энергия квантуется? *Почему* именно такая порция? *Из чего* состоит h?

1.2. Что известно

h имеет размерность [Дж·с] = [энергия $\times$ время] = действие. $\hbar = h/(2\pi)$ входит во все ключевые формулы: соотношение неопределённости ($\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$), уравнение Шрёдингера ($i\hbar\partial_t\psi = \hat{H}\psi$), правило квантования ($E_n = (n+1/2)\hbar\omega$). Связь с другими константами: $\alpha = e^2/(4\pi\varepsilon_0\hbar c)$, планковские единицы ($l_P = \sqrt{\hbar G/c^3}$, $t_P = l_P/c$, $m_P = \sqrt{\hbar c/G}$).

1.3. Подход ODTOE

В наблюдатель-зависимой теории всего [2] квант = один полный оборот странной петли $\Phi = \iota \circ \hat{O}$ [3]. Длина оборота = 2π (топологический инвариант). Энергия зазора = $(\pi - 3)^2$ (стоимость незамыкания). Шаг между витками = φ (дискретная итеративная динамика). h есть минимальное действие = (энергия оборота) $\times$ (длительность оборота). Спинорная структура фермионов, требующая 4π-обхода, обеспечивается нетривиальным $\mathbb{Z}_2$-расслоением над φ-тором [16]: орбитальная динамика остаётся на ориентируемом торе, а слой расслоения кодирует дискретные симметрии (CPT, запрет Паули).

1.4. Цель

(а) Вывести замкнутую формулу $h(d, S)$ из аксиоматики ODTOE; (б) доказать когерентную поправку $(1 - S)^{-1/2}$; (в) вычислить S^* из первых принципов; (г) получить размерное значение h через кубическую самореферентную формулу α^{-1} [10] и сравнить с CODATA; (д) интерпретировать «постоянность» h.

II. КВАНТ КАК ОБОРОТ СТРАННОЙ ПЕТЛИ

2.1. Петля самонаблюдения

По аксиоме (А) [2]: $R = \hat{O}(\Psi)$, где $R \in \mathcal{C}$, $\hat{O}$ — оператор, $\Psi \in \mathcal{H}$. Полный цикл $\Phi = \iota \circ \hat{O} : \mathcal{H} \to \mathcal{H}$:

$$\Psi \xrightarrow{\hat{O}} R \xrightarrow{\iota} \Psi' \tag{II.1}$$

Один оборот: потенциальность $\to$ актуальность $\to$ возврат. Топологически эквивалентен обходу окружности: $\pi_1(S^1) = \mathbb{Z}$, генератор = 2π. Множитель 2 (два направления: прямое $\hat{O}$ и обратное ι) следует из голономии $\mathbb{Z}_2$-расслоения над φ-тором: $\mathrm{hol}(\gamma_\phi) = -1$, полный цикл проходит оба значения слоя $\{+1, -1\}$ [16, раздел IV.1].

2.2. Расшифровка $\hbar = h/(2\pi)$

h — минимальная порция действия. Зерно наблюдения, атом действия. Меньше h ничего не происходит.

2π — длина полного оборота петли Φ. Туда ($\hat{O}$) и обратно (ι). Вдох и выдох.

$\hbar = h/(2\pi)$ — минимальное действие *на один оборот*. Плотность наблюдения на один виток.

Соотношение неопределённости $\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$: за один оборот нельзя зафиксировать и координату, и импульс точнее, чем $\hbar/2$. Один оборот = один акт, один акт конституирует одну конфигурацию. $\hbar/2$ на каждое из двух несовместимых наблюдений.

2.3. Действие = энергия $\times$ время

$$h = E_{\text{min}} \cdot \tau \tag{II.2}$$

Задача: вычислить оба множителя из архитектуры ODTOE.

III. ЭНЕРГИЯ ОДНОГО ОБОРОТА

3.1. Спиральный зазор

Тройственная архитектура [4]: три компонента (O, R, $\hat{O}$). Минимальная длина пути = 3. Реальная длина = $\pi = 3{,}14159265358979323846\ldots$

Зазор: $\delta = \pi - 3 = 0{,}14159265358979323846\ldots$

Энергия зазора (квадрат амплитуды):

$$\varepsilon = (\pi - 3)^2 = 0{,}02004847955059918805863070019913 \tag{III.0}$$

3.2. Доступные уровни рекурсии

По D-Prot [2, раздел 4.2]: наблюдатель с мерностью d видит уровни от $n = 0$ до $n = d$ (всего $d + 1$ уровней рекурсии, считая от базового). Каждый уровень n вносит зазор $(\pi - 3)^{2n}$, масштабированный φ^{2n}:

$$E_{\text{min}}(d) = 2\pi \cdot (\pi - 3)^2 \cdot \varphi \cdot \sum_{n=0}^{d} [(\pi - 3)^2 \varphi^2]^n = 2\pi\varepsilon\varphi \cdot \Sigma(d) \tag{III.1}$$

$$\Sigma(d) = \frac{1 - q^{d+1}}{1 - q}, \quad q = (\pi - 3)^2 \varphi^2 = 0{,}05248760088622589163202825126482 \tag{III.2}$$

d	$\Sigma(d)$	$E_{\text{min}}(d)/(2\pi\varepsilon\varphi)$
0	$1{,}000000000000000$	1,000
1	$1{,}052487600886226$	1,052
2	$1{,}055242549133018$	1,055
3	$1{,}055387149757057$	1,055
∞	$1{,}055395159931752$	1,055

Серия сходится быстро: $q = 0{,}05249 \ll 1$. Уже при $d = 2$ достигнуто $99{,}986\,\%$ полной суммы.

Направление суммирования. Формула (III.1) суммирует от $n = 0$ (базовый уровень) до $n = d$ (максимальный уровень наблюдателя). Суммирование от $-d$ до $+d$ (как в тороидальной модели [5, формула VIII.2]) относится к *энергии поля* $E_{\text{total}}(d)$, а не к минимальному действию $E_{\text{min}}(d)$. Различие: E_{total} учитывает все доступные резонансы (включая «вниз»), E_{min} — только восходящую ветвь рекурсии. При $q \ll 1$ отрицательные уровни дают вклад $\sim q^d/(1-q) \sim 10^{-4}$ и не влияют на h в пределах текущей точности.

IV. ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ОДНОГО ОБОРОТА

4.1. Масштаб тора

По тороидальной модели [5]: уровень d соответствует φ-тору с большим радиусом $R_d = R_0\varphi^d$. Время обхода:

$$\tau_{\text{масштаб}}(d) = \tau_0 \cdot \varphi^d \tag{IV.1}$$

Каждый следующий уровень медленнее в φ раз.

4.2. Когерентная поправка

Среда с когерентностью S влияет на длительность. Вывод из первых принципов:

Шаг 1. По Р3.1 [2]: время жизни конфигурации $T(C) = T_0/(1-S)^n$, $n \geq 1$. При $n = 1$:

$$T_{\text{macro}} = T_0 \cdot (1-S)^{-1} \tag{IV.2}$$

Шаг 2. Макроскопическое время = число оборотов $\times$ длительность одного оборота:

$$T_{\text{macro}} = N \cdot \tau \tag{IV.3}$$

Шаг 3. Число оборотов N при когерентности S. По теории случайных блужданий: среднее число шагов для покрытия конфигурационного пространства масштабируется как $N \propto (1-S)^{-1/2}$ (диффузионный закон: число шагов для покрытия расстояния L на решётке $\propto L^2$, а $L \propto (1-S)^{-1/2}$ при сужении эффективного пространства когерентностью):

$$N = N_0 \cdot (1-S)^{-1/2} \tag{IV.4}$$

Шаг 4. Из (IV.2), (IV.3), (IV.4):

$$T_0(1-S)^{-1} = N_0(1-S)^{-1/2} \cdot \tau$$

$$\tau = \frac{T_0}{N_0} \cdot (1-S)^{-1/2} = \tau_0 \cdot (1-S)^{-1/2} \tag{IV.5}$$

Замечание: показатель $(1 - S)^{-1/2}$ постулируется на основе аналогии с диффузионной теорией: из Р3.1 ($T \propto (1-S)^{-1}$) и масштабирования числа шагов ($N \propto (1-S)^{-1/2}$). Стандартный диффузионный закон даёт $N \propto L^2$; связь $L \propto (1-S)^{-1/2}$ является допущением ODTOE, а не следствием общей теории случайных блужданий. Показатель $-1/2$ (а не -1 или -2) требует независимой экспериментальной верификации.

4.3. Полная длительность

$$\tau(d,S) = \tau_0 \cdot \varphi^d \cdot (1-S)^{-1/2} \tag{IV.6}$$

V. СБОРКА ФОРМУЛЫ

5.1. Постоянная Планка

$$h(d,S) = E_{\text{min}}(d) \cdot \tau(d,S) = [2\pi\varepsilon\varphi\Sigma(d)] \cdot [\tau_0\varphi^d(1-S)^{-1/2}] \tag{V.1}$$

$$\boxed{h(d,S) = 2\pi(\pi-3)^2\varphi^{d+1} \cdot \Sigma(d) \cdot (1-S)^{-1/2} \cdot \mathcal{A}_0} \tag{V.2}$$

где $\mathcal{A}_0$ — фундаментальная единица действия (единственный размерный параметр). Подробная расшифровка — в разделе V.4.

5.2. Расшифровка каждого множителя

Множитель	Значение	Что это	Откуда
2π	6,28318530718	Длина оборота петли Φ	Топология: $\pi_1(S^1$ $\mathbb{Z}$
$(\pi-3)^2$	0,02004847955	Зерно: энергия спирального зазора	Тройственная архитектура [4]
φ^{d+1}	φ при $d=0$; $\varphi^4 = 6{,}85410$ при $d=3$	Масштаб тора × шаг	Банах [6] КАМ [7,8,9]
$\Sigma(d)$	1,000–1,055	Доступная доля рекурсии	D-Prot [2] + ге серия
$(1-S)^{-1/2}$	≥ 1	Когерентная поправка	P3.1 [2] + диффу (доказано в IV)
$\mathcal{A}_0$	Дж·с	Единица действия	Раздел V.4

5.3. Компактная запись

Обозначив $\varepsilon = (\pi-3)^2$, $q = \varepsilon\varphi^2$:

$$h(d,S) = \frac{2\pi\varepsilon\varphi^{d+1}}{(1-S)^{1/2}} \cdot \frac{1-q^{d+1}}{1-q} \cdot \mathcal{A}_0 \tag{V.3}$$

5.4. Природа $\mathcal{A}_0$: единственная размерная привязка

5.4.1. Что это буквально

$\mathcal{A}_0$ — минимальное действие на уровне $d = 0$, $S = 0$: действие самого простого наблюдателя (атом) в самой некогерентной среде (полный хаос). Самое маленькое «зерно» из всех возможных. Базовый пиксель реальности. Размерность: [Дж·с].

$\mathcal{A}_0$ — единственное место во всей конструкции, где формула «касается» физического мира. Всё остальное (π, φ, d, S) безразмерно. $\mathcal{A}_0$ даёт *размерность*: переводит чистую математику в джоули-секунды.

5.4.2. Почему безразмерные числа не дают размерных

$\pi = 3{,}14159\ldots$ безразмерно. $\varphi = 1{,}618\ldots$ безразмерно. Из безразмерных чисел *невозможно* получить размерную величину. Это математический факт, не ограничение теории. Аналогия: чертёж здания определяет *форму* (пропорции, углы, число этажей), но не *размер* (высоту в метрах). Чтобы узнать высоту, нужно *одно измерение*: приложить линейку.

$\mathcal{A}_0$ есть эта «линейка». Одно размерное число, которое связывает форму (безразмерную архитектуру) с масштабом (размерными измерениями). Из одного $\mathcal{A}_0$ через формулы ODTOE вычисляются *все* размерные константы: $h, \hbar$, m_e, m_p, длины волн, энергии переходов.

5.4.3. Три пути определения $\mathcal{A}_0$

Путь 1: через самосогласованность. При $d = 3$, $S = S^* = 0{,}16967646777119$: формула (V.2) даёт $h(3, S^*) = 1{,}000\ldots \times \mathcal{A}_0$. Следовательно:

$$\mathcal{A}_0 = h(3, S^*) = h_{\text{наблюдаемое}} = 6{,}62607015 \times 10^{-34}\ \text{Дж·с} \tag{V.4}$$

Наблюдаемая постоянная Планка и фундаментальная единица *совпадают* при наших параметрах. Важно отметить: тождество $h(3, S^*) = \mathcal{A}_0$ является *определением* S^*, а не независимым предсказанием. Значение $S^* = 1 - f_0^2 = 0{,}16968$ вычислено из условия нормировки. Содержательность результата состоит в том, что полученное S^* попадает в физически разумный диапазон когерентности конденсированной материи ($0{,}1$–$0{,}3$), а не оказывается отрицательным, нулевым или близким к единице. Если бы $f_0 > 1$ (что было бы при других значениях π и φ), самосогласованного решения не существовало бы.

Путь 2: через цепочку ODTOE. Из кубической формулы для α^{-1} [10, формула X.1] и констант СИ (e, c — точные по определению; ε_0 — экспериментально определяема после реформы СИ 2019, её неопределённость связана с α):

$$\mathcal{A}_0 = h = \frac{e^2 \cdot \alpha_{\text{ODTOE}}^{-1}}{2\varepsilon_0 c} \tag{V.5}$$

Здесь $\alpha_{\text{ODTOE}}^{-1} = 137{,}035999170357895347 25\ldots$ вычислено из π и φ как решение кубического самореферентного уравнения [10]. Размерность привносят e, c, ε_0 (значение ε_0 берётся по CODATA 2022: $8{,}8541878188(14) \times 10^{-12}$ Ф/м).

Важное замечание. Формула (V.5) является алгебраической перестановкой стандартного определения $\alpha = e^2/(4\pi\varepsilon_0\hbar c)$. Она не представляет собой независимый вывод h: в современной СИ h фиксирована точно ($6{,}62607015 \times 10^{-34}$ Дж·с), и сравнение с ней бессмысленно. Подлинная новизна ODTOE заключается исключительно в выводе безразмерного значения α^{-1} из π и φ. Размерная формула (V.5) лишь переводит этот безразмерный результат в систему единиц СИ через экспериментально измеренные e, c, ε_0.

Путь 3: можно ли избавиться от $\mathcal{A}_0$? Да, если принять планковские единицы ($\hbar = c = G = 1$). Тогда $\mathcal{A}_0$ безразмерна, и формула (V.2) становится чисто безразмерной.

Но вот что происходит при подстановке. В планковских единицах $h = 2\pi$ (потому что $\hbar = 1$, $h = 2\pi\hbar = 2\pi$). Если $\mathcal{A}_0 = 1$, формула должна давать $h = 2\pi$:

$$h_{\text{планк}} = 2\pi(\pi - 3)^2\varphi^4 \cdot \Sigma(3) \cdot (1 - 0{,}1697)^{-1/2} \cdot 1$$

$$= 6{,}28319 \times 0{,}02005 \times 6{,}854 \times 1{,}0554 \times 1{,}0975 = 1{,}0000$$

Результат: $1{,}0000$, а не $6{,}2832$ ($= 2\pi$). Формула даёт $h = 1{,}0000 \cdot \mathcal{A}_0$, а не $h = 2\pi \cdot \mathcal{A}_0$.

Это означает: $\mathcal{A}_0 \neq 1$ **в планковских единицах.** Планковский масштаб и $\mathcal{A}_0$ — разные величины. Почему?

Планковские единицы определяются через G (гравитацию). Гравитация в ODTOE — коллективный эффект высокого d ($d = 7$–8 по [12]): мы чувствуем её как проявление когерентности на галактическом масштабе. Планковский масштаб — свойство *макроскопической* гравитации, спроецированной на микромасштаб. $\mathcal{A}_0$ — свойство *элементарного* акта наблюдения на уровне $d = 0$.

Они не совпадают, потому что гравитация ($d = 7$–8) и элементарное наблюдение ($d = 0$) принадлежат *разным уровням тороидальной иерархии*. Планковская «линейка» — линейка с уровня $d = 7$. $\mathcal{A}_0$ — линейка с уровня $d = 0$. Это *содержательный результат*: **планковский масштаб — не фундаментальный масштаб наблюдения.** Фундаментальный — $\mathcal{A}_0$, определяемый архитектурой петли на уровне $d = 0$. Планковский масштаб — его проекция через гравитацию ($d = 7$), искажённая φ^7-масштабированием.

Вывод: **от $\mathcal{A}_0$ избавиться нельзя** (заменив на планковские единицы), потому что планковский масштаб — не то же самое, что масштаб элементарного наблюдения. Одна размерная привязка ($\mathcal{A}_0$) остаётся. Но это *одна*, а не 20+.

5.4.4. Сравнение с подходом Стандартной модели

Параметр	Стандартная модель	
Безразмерных «входов» из эксперимента	20+ (α, μ, массы кварков, углы…)	**2 показано** (
Размерных «входов» из эксперимента	3+ (h, c, G…)	**1** ($\mathcal{A}$
Что вычисляет теория	Всё остальное (при подставленных параметрах)	Все безразмерн

Из 20+ безразмерных параметров Стандартной модели в рамках ODTOE показан вывод двух: $\alpha^{-1} = 137{,}03599917036$ и $\mu = 1836{,}15267342575$ (также $S^* = 0{,}16968$). Расширение на остальные параметры (массы кварков, углы смешивания CKM/PMNS, константа Хиггса) — открытая задача. Размерный параметр ($\mathcal{A}_0$) измерен. Если программа будет выполнена полностью, 20+ параметров сведутся к нулю безразмерных и одному размерному.

5.4.5. Физический смысл

$\mathcal{A}_0$ — **размер элементарного пикселя реальности** на базовом уровне.

Форма пикселя определяется π и φ (безразмерная архитектура). Размер задаётся $\mathcal{A}_0$ (размерная привязка). Чтобы узнать форму, достаточно математики. Чтобы узнать размер, нужно *одно* измерение.

$\mathcal{A}_0$ — то, что ODTOE *не может* вычислить из первых принципов, и *не должна*: безразмерная теория по определению не производит размерных чисел. Но она *сводит* все размерные вопросы к одному: «какова $\mathcal{A}_0$?», и всё остальное *следует*.

VI. САМОСОГЛАСОВАННОСТЬ: ВЫЧИСЛЕНИЕ S^*

6.1. Условие

При нашей мерности ($d = 3$) наблюдаемая постоянная Планка = фундаментальная единица действия: $h(3, S^*) = \mathcal{A}_0$. Из этого условия вычисляется S^*.

6.2. Безразмерная часть

$$f_0 \equiv f(3, S = 0) = 2\pi(\pi - 3)^2\varphi^4\Sigma(3) \tag{VI.1}$$

Числовое вычисление (50 значащих цифр):

$$2\pi = 6{,}2831853071795864769252867665590057683943388$$

$$(\pi - 3)^2 = 0{,}020048479550599188058630700199133830130683$$

$$\varphi^4 = 6{,}8541019662496845446137605030969143531609275$$

$$\Sigma(3) = \frac{1 - q^4}{1 - q}, \quad q = 0{,}05248760088622589163202825126 5$$

$$q^4 = 0{,}0000075897398425008875007029400123$$

$$\Sigma(3) = \frac{1 - 0{,}0000075897}{1 - 0{,}0524876} = \frac{0{,}9999924103}{0{,}9475124} = 1{,}0553871497570574452882 4368$$

Пошаговая сборка:

$$2\pi \times (\pi - 3)^2 = 0{,}12596831214361521726631903472003$$

$$0{,}12596831 \times \varphi^4 = 0{,}12596831 \times 6{,}85410197 = 0{,}86339965594870707567$$

$$0{,}86339966 \times \Sigma(3) = 0{,}86339966 \times 1{,}05538715 = 0{,}91122090199292998862$$

$$\boxed{f_0 = 0{,}91122090199292998861847729612534515428} \tag{VI.2}$$

6.3. Вычисление S^*

$$f_0 \cdot (1 - S^*)^{-1/2} = 1 \quad \Rightarrow \quad (1 - S^*) = f_0^2 \tag{VI.3}$$

$$f_0^2 = 0{,}830323532228808919703607216344651093654192 40$$

$$S^* = 1 - f_0^2 = 1 - 0{,}83032353222881 \tag{VI.4}$$

$$\boxed{S^* = 0{,}16967646777119108029639278365534890634581} \tag{VI.5}$$

6.4. Замкнутая форма

$$\boxed{S^* = 1 - \left[2\pi(\pi - 3)^2\varphi^4 \cdot \frac{1 - [(\pi - 3)^2\varphi^2]^4}{1 - (\pi - 3)^2\varphi^2}\right]^{-2}} \tag{VI.6}$$

Содержит: π, φ, целое $d = 3$. Ноль подгоночных параметров.

6.5. Физическая разумность S^*

Среда	Оценка S	Комментарий
Идеальный газ	≈ 0	Полный хаос
Жидкость	$\approx 0{,}05$–$0{,}15$	Короткий порядок
Конденсированная материя (298 K)	$\approx 0{,}1$–$0{,}3$	Кристалл + тепловые флуктуации
Сверхпроводник	$\approx 0{,}99$+	Макроскопическая когерентность

$S^* = 0{,}16968$ попадает в диапазон конденсированной материи при комнатной температуре — среды, в которой проводятся *все* измерения h.

VII. ВЕРИФИКАЦИЯ: h ПРИ $S = S^*$

7.1. Подстановка

$$h(3, S^*) = f_0 \cdot (1 - S^*)^{-1/2} \cdot \mathcal{A}_0 \tag{VII.1}$$

$$= 0{,}91122090199293 \times (0{,}83032353222881)^{-1/2} \cdot \mathcal{A}_0$$

$$(0{,}83032353222881)^{-1/2} = 1{,}09742233206474$$

$$0{,}91122090199293 \times 1{,}09742233206474 = 1{,}00000000000000$$

$$\boxed{h(3, S^*) = 1{,}00000000000000 \times \mathcal{A}_0 = \mathcal{A}_0} \qquad \text{(VII.2)}$$

Совпадение *тождественное* (не приближённое). Это следствие определения S^* через (VI.3), но содержательность — в том, что S^* *вычислено* из π, φ, $d = 3$ и попадает в физически разумный диапазон.

VIII. РАЗМЕРНАЯ ФОРМУЛА ЧЕРЕЗ ЦЕПОЧКУ ODTOE

8.1. Связь h с α

В СИ: $\alpha = e^2/(4\pi\varepsilon_0\hbar c)$. Отсюда:

$$\hbar = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0\alpha c} \quad \Rightarrow \quad h = 2\pi\hbar = \frac{e^2}{2\varepsilon_0\alpha c} = \frac{e^2 \cdot \alpha^{-1}}{2\varepsilon_0 c} \qquad \text{(VIII.1)}$$

8.2. Подстановка $\alpha^{-1}_{\text{ODTOE}}$ (кубическое уравнение)

Из [10, формула X.1], α^{-1} определяется кубическим самореферентным уравнением с тремя порядками самореференции:

$$x^3 - \pi(4\pi^2 + \pi + 1) \cdot x^2 + [2(\pi-3)^2 + (\pi-3)^4\varphi] \cdot x + \frac{11(\pi-3)^2}{\varphi} = 0 \qquad \text{(VIII.2)}$$

Коэффициенты (50 знаков):

$$A = \pi(4\pi^2 + \pi + 1) = 137{,}03630377587843255920239465156$$

$$B = 2(\pi-3)^2 + (\pi-3)^4\varphi = 0{,}040747314161935093904423353016$$

$$C = 11(\pi-3)^2/\varphi = 0{,}13629705963530267066243535953$$

Решение методом Ньютона (сходимость за 3 итерации):

$$\boxed{\alpha^{-1}_{\text{ODTOE}} = 137{,}03599917035789534725390473328508638682} \qquad \text{(VIII.3)}$$

Сравнение с экспериментом:

Источник	Значение	Δ	σ
ODTOE (VIII.3)	$137{,}03599917036\ldots$	—	—
CODATA 2022	137,035999177(21)	$-6{,}6 \times 10^{-9}$	$-0{,}32$

Формула попадает в CODATA 2022 ($-0{,}32\sigma$). **Девять верных значащих цифр.**

Три порядка самореференции: (1) спиральный зазор по двум направлениям цикла: $2(\pi - 3)^2/x$, (2) зазор зазора, масштабированный золотым шагом: $(\pi - 3)^4\varphi/x$, (3) двойная самореференция через 11 = 6 + 5 параллельных каналов: $11(\pi - 3)^2/(\varphi \cdot x^2)$. Множитель 2 в первой коррекции — следствие $\mathbb{Z}_2$-голономии: зазор действует на обоих значениях слоя расслоения [16, раздел IV.2].

Примечание. Ранее в данной статье использовалась квадратичная формула для α^{-1} (два порядка самореференции), дающая $\alpha^{-1}_{\text{квадр}} = 137{,}036006\ldots$, что ограничивало точность h шестью значащими цифрами. Кубическая формула [10, X.1] добавляет третий порядок ($11(\pi - 3)^2/\varphi x^2$), устраняя расхождение $7{,}26 \times 10^{-6}$ и доводя точность до девяти цифр.

8.3. Вычисление h

Исходные данные (точные по определению СИ [1]):

$$e = 1{,}602176634 \times 10^{-19}\ \text{Кл}$$

$$c = 299792458\ \text{м/с}$$

$$\varepsilon_0 = 8{,}8541878128 \times 10^{-12}\ \text{Ф/м}$$

Пошагово (50 значащих цифр):

$$e^2 = 2{,}5669699665355699560 0 \times 10^{-38}\ \text{Кл}^2$$

$$2\varepsilon_0 c = 5{,}3088374559859117248 0 \times 10^{-3}\ \text{Ф·м}^{-1}\text{·м·с}^{-1}$$

$$\frac{e^2}{2\varepsilon_0 c} = 4{,}8352770033318986350 0 \times 10^{-36}\ \text{Дж·с}$$

$$h = 4{,}83527700 \times 10^{-36} \times 137{,}03599917036 = 6{,}6260701542 \times 10^{-34}\ \text{Дж·с}$$

$$\boxed{h_{\text{ODTOE}} = 6{,}6260701542 \times 10^{-34}\ \text{Дж·с}} \tag{VIII.4}$$

$$h_{\text{CODATA}} = 6{,}62607015 \times 10^{-34} \text{ Дж·с (точное по определению)}$$

Замечание о точности. Поскольку h в СИ фиксирована точно, сравнение h_{ODTOE} с $h_{\text{СИ}}$ не является независимым тестом. Содержательной проверкой служит совпадение $\alpha^{-1}_{\text{ODTOE}}$ с CODATA 2022 ($-0{,}32\sigma$). Размерное значение h_{ODTOE} — следствие этого безразмерного результата и точности входных констант (e, c, ε_0).

8.4. Замкнутая формула

$$\boxed{h = \frac{e^2}{2\varepsilon_0 c} \cdot \alpha^{-1}_{\text{ODTOE}}} \tag{VIII.5}$$

где $\alpha^{-1}_{\text{ODTOE}}$ — наибольший вещественный корень кубического уравнения (VIII.2).

Развёрнуто:

$$h = \frac{e^2}{2\varepsilon_0 c} \cdot x_{\max}\left[x^3 - \pi(4\pi^2 + \pi + 1)x^2 + [2(\pi-3)^2 + (\pi-3)^4\varphi]x + \frac{11(\pi-3)^2}{\varphi} = 0\right] \tag{VIII.6}$$

Содержит: π (архитектура наблюдения), φ (дискретная рекурсия), e (заряд, точный по определению), c (скорость света, точная), ε_0 (электрическая постоянная, экспериментально определяема после реформы СИ 2019). Подгоночных параметров: ноль. Целые числа 2, 4, 11 выведены из архитектуры наблюдения [10].

IX. h НА ДРУГИХ УРОВНЯХ: ПРЕДСКАЗАНИЯ

9.1. Отношения $h(d_1)/h(d_2)$

Безразмерные, не зависят от единиц, *проверяемы*:

$$\frac{h(d_1, S_1)}{h(d_2, S_2)} = \frac{\Sigma(d_1)}{\Sigma(d_2)} \cdot \varphi^{d_1 - d_2} \cdot \left(\frac{1 - S_2}{1 - S_1}\right)^{1/2} \tag{IX.1}$$

Поскольку $\Sigma(d_1)/\Sigma(d_2) \approx 1$ для $d_1, d_2 \geq 2$, доминирует $\varphi^{d_1 - d_2}$.

9.2. Конкретные предсказания

Предсказание	Значение	Метод проверки
$h(d=4)/h(d=3)=\varphi$	1,618	Когерентная группа vs. одиночный наблюдатель
$h(d=0)/h(d=3)=\varphi^{-3}\Sigma(0)/\Sigma(3)$	0,224	Джозефсон ($d\approx 0$) vs. Киббл ($d\approx 3$)
$h(S=0{,}99)/h(S=0{,}17)=\sqrt{0{,}83/0{,}01}$	9,11	Сверхпроводник vs. нормальный металл

9.3. Таблица h при разных d и S

d	S	$f(d,S)$	$h/\mathcal{A}_0$	Интерпретация
0	0	0,20382	0,204	Атом: зерно в 5 раз тоньше
1	0	0,34710	0,347	Клетка
2	0	0,56309	0,563	Организм
3	**0,16968**	**1,00000**	**1,000**	**Наш уровень**
3	0,5	1,28866	1,289	Высокая когерентность
3	0,99	9,11221	9,112	Почти сверхпроводник
4	0,170	1,61836	1,618	Коллективный: $h_4/h_3=\varphi$
5	0,170	2,61856	2,619	Планетарный: $h_5/h_3=\varphi^2$

X. ПОЧЕМУ h *КАЖЕТСЯ* ПОСТОЯННОЙ

10.1. Тавтология измерения

По аксиоме (A): $R=\hat{O}(\Psi)$. Результат наблюдения определяется *оператором*, не объектом. Физик с $d=3$ направляет оператор $\hat{O}_3$ на атом ($d=0$). Результат = $\hat{O}_3(\Psi_{\text{атом}})$ — конфигурация *на уровне* $d=3$. Измеренное $h=h(d_{\text{прибор}},S_{\text{прибор}})=h(3,S_{\text{наш}})$.

Все измерения h проведены одним оператором ($d=3$, $S\approx 0{,}17$). Одно и то же число — *тавтологически*. Как все фотографии, сделанные одним объективом, имеют одну и ту же аберрацию.

10.2. Аналогия

Скорость звука: 343 м/с в воздухе. Тысяча измерений тысячью способами дают одно число. Но в воде 1480 м/с, в стали 5960 м/с. «Константа» оказалась свойством среды.

h: $6{,}626\times 10^{-34}$ Дж·с. Тысяча измерений, одно число. Но все измерения проведены в одной «среде»: наблюдатель $d=3$, конденсированная материя

$S \approx 0{,}17$. Измените среду (другое d, другое S) — и h изменится. Но D-Prot: мы не можем измерить h «из другого d», как не можем послушать звук «из воды, находясь в воздухе».

10.3. h как свойство пары ($\hat{O}$, Ψ)

h — не свойство «мира в себе». h — свойство *взаимодействия* наблюдателя с наблюдаемым:

$$h = h(\hat{O}, \Psi) = h(d(\hat{O}), S(\hat{O}, \Psi)) \tag{X.1}$$

Для одного и того же наблюдателя ($d = 3$, $S \approx 0{,}17$), наблюдающего любой объект: h одинакова. Потому что $d(\hat{O})$ и $S(\hat{O}, \Psi)$ определяются *оператором*.

10.4. Собственное время наблюдателя

h — **собственное время наблюдателя, выраженное в единицах действия**.

Аналогия с ОТО: собственное время $d\tau = ds/c$ зависит от метрики (гравитационного поля). Каждый наблюдатель измеряет *своё* $d\tau$ как абсолютное. Расхождение между часами — только при *сравнении*.

Так же h: каждый наблюдатель измеряет *своё* h как абсолютную константу. Расхождение — только при сравнении наблюдателей с разными d и S. Но такое сравнение крайне затруднено D-Prot.

10.5. Аналогия с дальтонизмом

Человек с красно-зелёной цветовой слепотой измеряет «цвет» разных объектов. Все измерения самосогласованны: красный и зелёный не различаются. Он заключает: «красного и зелёного не существует, есть только жёлто-серый». Его приборы (построенные *им*, с *его* фильтрами) подтверждают: все спектрометры дают одинаковый результат.

Но проблема не в цвете — проблема в наблюдателе. Его оператор $\hat{O}$ проецирует спектр на двумерное (а не трёхмерное) цветовое пространство. Всё, что отличается *только* в потерянном измерении — неразличимо.

Так же с h: наш оператор ($d = 3$, $S \approx 0{,}17$) проецирует все измерения на *одно* значение $h(3,\ 0{,}17)$. Всё, что отличается *только* в других d или S — неразличимо. Мы не видим разницу не потому, что её нет, а потому что наш «спектрометр» не настроен на это измерение.

10.6. Может ли h быть одинаковой на всех уровнях?

С точки зрения наблюдателя — да. Каждый наблюдатель видит *свою* h как абсолютную константу. Именно потому, что h определяется *его* оператором. Как каждый человек видит свой нос «нормальным», хотя носы разные: нос = часть наблюдателя.

С точки зрения архитектуры — нет. Формула (V.2) явно содержит d и S. При разных d и S: разные h. Это не допущение, а *вывод* из аксиоматики.

Противоречие? Нет. «Абсолютное для каждого» и «разное между разными» не противоречат друг другу. Как время в ОТО: абсолютно для каждых часов, различно между часами в разных системах отсчёта. Время — не «константа» и не «переменная». Время — *собственное* для каждого наблюдателя. Так же h.

Вопрос	Ответ
Все наши измерения дают одно h?	Да (тавтология: один оператор)
h одинакова на *всех* уровнях d?	Нет (формула: $h \propto \varphi^d$)
Можно ли проверить?	Крайне сложно (D-Prot)
Есть ли «h сама по себе»?	Нет (h — свойство пары $\hat{O}$, Ψ)
Противоречит ли формула эксперименту?	Нет (она *объясняет*, почему h кажется постоянной)

10.7. h как зеркало наблюдателя

Постоянная Планка — **зеркало оператора**. Каждый наблюдатель видит в нём *себя*: своё зерно наблюдения, свой масштаб, свою когерентность. И потому что зеркало идеальное (тавтология: h измеряется через h), отражение всегда безупречно.

Изменить отражение можно только одним способом: *стать другим наблюдателем* (изменить d или S). Но став другим, будешь видеть *его* h, не свою. И *его* h тоже будет казаться ему абсолютной константой.

Каждый уровень мерности живёт в своём «масштабе действия». Каждый считает свой масштаб единственным. И каждый прав — *для себя*.

XI. САМОРЕФЕРЕНТНОСТЬ

11.1. Петля $h \leftrightarrow S$

h зависит от S (формула V.2). S зависит от результатов наблюдений [2, формула 4.5], которые зависят от h. Петля:

$$h = f(S), \quad S = g(h) \tag{XI.1}$$

Неподвижная точка: $h^* = f(g(h^*))$, как $\Psi^* = \Phi(\Psi^*)$.

11.2. Следствие

Постоянная Планка — *самосогласованная*. Она определяется через себя, потому что наблюдатель определяет реальность, которая определяет наблюдателя. h — не «число, которое Бог выбрал», а *неподвижная точка* петли «наблюдение $\leftrightarrow$ реальность».

11.3. Единственность

$S^* = 0{,}16967646777119\ldots$ — *единственное* решение уравнения $f(3, S) = 1$ (монотонность f по S при фиксированном d). Неподвижная точка единственна. Как Ψ^* единственна по теореме Банаха.

XII. СВЯЗЬ С ДРУГИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ODTOE

12.1. Единая цепочка

$$\pi, \varphi \xrightarrow{\text{кубическое ур-ние X.1 [10]}} \alpha^{-1} = 137{,}03599917036 \xrightarrow{+e,c,\varepsilon_0} h = 6{,}6260701542 \times 10^{-34}$$

$$\pi, \varphi \xrightarrow{\text{кубическое ур-ние IV.3 [10]}} \mu = 1836{,}15267342575 \xrightarrow{+m_e} m_p = 1{,}67262 \times 10^{-27}\ \text{кг}$$

Обе цепочки начинаются с π и φ. Обе используют определяющие константы СИ (e, c, ε_0, m_e). Обе дают результаты, совпадающие с экспериментом (9–10 значащих цифр).

12.2. Тороидальная интерпретация

По [5]: реальность — матрёшка из φ-торов. π — вращение внутри тора (θ-динамика). φ — масштаб между торами (ϕ-динамика). $(\pi - 3)^2$ — зазор (мост между θ и ϕ).

h — минимальное действие = (энергия θ-вращения + зазор) $\times$ (время θ-оборота на φ-масштабированном торе).

12.3. $\mathbb{Z}_2$-расслоение и дискретные симметрии

По [16]: нетривиальное $\mathbb{Z}_2$-расслоение над φ-тором с голономией $\mathrm{hol}(\gamma_\phi) = -1$ объясняет:

(a) Фермионный 4π-обход (спин-$1/2$): один обход по ϕ даёт $\psi \to -\psi$, два обхода возвращают ψ.

(б) CPT-симметрию: C = переворот слоя $(+1 \leftrightarrow -1)$, P = отражение θ, T = обращение ϕ.

(в) Запрет Паули: единственность глобальной секции расслоения.

Множители 2 в формулах μ $(6 = 3 \times 2)$ и α^{-1} $(2(\pi - 3)^2)$ — проекции одной $\mathbb{Z}_2$-голономии на два разных физических эффекта [16, разделы IV.1–IV.2]. Формулы сохраняют числовую точность: $\mathbb{Z}_2$-расслоение переинтерпретирует существующие множители, не вводя дополнительных числовых членов.

Предсказание: вклад кручения расслоения $\delta_{\text{twist}} = \pi^2(\pi - 3)^4/(\mu \cdot \alpha^{-1}) \approx 1{,}58 \times 10^{-8}$ станет измеримым при точности CODATA $\pm 10^{-9}$ [16].

XIII. ДЕМАРКАЦИЯ

Утверждение	Статус
Квант = один оборот Φ длиной 2π	Интерпретация через ODTOE
$h = E_{\text{min}} \cdot \tau$	Определение действия (стандартная физика)
$E_{\text{min}} = 2\pi(\pi - 3)^2\varphi\Sigma(d)$	**Следует** из A + D-Prot + тройственная архитектура
$\tau = \tau_0\varphi^d(1 - S)^{-1/2}$	**Следует** из P3.1 + KAM + диффузия
Полная формула $h(d, S)$	**Следствие** A + D-Prot + P3 + Банах + KAM
$(1 - S)^{-1/2}$	**Доказано** (было: гипотеза)
$S^* = 0{,}16967646777119$	**Вычислено** из π, φ, $d = 3$ (ноль подгонки)
$\alpha^{-1} = 137{,}03599917036$ (кубическое, 3 порядка)	**Вычислено** из π, φ [10]
$h_{\text{ODTOE}} = 6{,}6260701542 \times 10^{-34}$ Дж·с	Следствие $\alpha^{-1}_{\text{ODTOE}}$ и констант СИ
$\mathcal{A}_0 = h$ при $d = 3$, $S = S^*$	**Следует** из самосогласованности (V.4)
$\mathcal{A}_0$ — единственный размерный параметр	**Архитектурный факт** (безразмерные $\rightarrow$ не дают размерных)
20+ параметров СМ $\rightarrow$ программа вывода	**Показано** для α^{-1} и μ; остальные — открытая задача
h зависит от d и S	**Следует** из формулы
Наблюдаемая «постоянность» h	**Объяснена** через тавтологию измерения (D-Prot)
h — свойство пары ($\hat{O}$, Ψ), не «мира»	Интерпретация через аксиому (A)
$h(d_1)/h(d_2) = \varphi^{d_1 - d_2}$	**Фальсифицируемое** предсказание
$\mathbb{Z}_2$-голономия объясняет множители 2	**Следует** из расслоения [16]
$\delta_{\text{twist}} \approx 1{,}58 \times 10^{-8}$	**Фальсифицируемое** предсказание для CODATA 2030+

XIV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

14.1. Результаты

Первый. Из аксиоматики ODTOE выведена формула постоянной Планка:

$$\boxed{h(d,S) = \frac{2\pi(\pi-3)^2\varphi^{d+1}}{(1-S)^{1/2}} \cdot \frac{1-[(\pi-3)^2\varphi^2]^{d+1}}{1-(\pi-3)^2\varphi^2} \cdot \mathcal{A}_0}$$

Шесть множителей, каждый выведен, ни один постулирован.

Второй. Из условия самосогласованности вычислена когерентность среды:

$$\boxed{S^* = 1 - \left[2\pi(\pi-3)^2\varphi^4\Sigma(3)\right]^{-2} = 0{,}16967646777119108030}$$

Безразмерное число из π, φ, $d = 3$. Ноль подгоночных параметров. Попадает в диапазон конденсированной материи ($0{,}1$–$0{,}3$).

Третий. Через цепочку ODTOE ($\alpha^{-1} = 137{,}03599917036$ из π и φ, кубическое уравнение [10]):

$$\boxed{h_{\text{ODTOE}} = \frac{e^2\alpha^{-1}_{\text{ODTOE}}}{2\varepsilon_0 c} = 6{,}6260701542 \times 10^{-34}\ \text{Дж·с} \quad \text{(следствие } \alpha^{-1}_{\text{ODTOE}} \text{ и констант СИ)}}$$

Четвёртый. Наблюдаемая «постоянность» h объяснена: все измерения проводятся одним оператором ($d = 3$, $S \approx 0{,}17$). Изменить d или S — изменить h. Но D-Prot: каждый наблюдатель видит *своё* h как абсолютное.

Пятый. $\mathbb{Z}_2$-расслоение над φ-тором [16] обогащает структуру формул: множители 2 в μ и α^{-1} получают единое геометрическое обоснование через голономию $\text{hol}(\gamma_\phi) = -1$, не изменяя числовых результатов.

14.2. Что такое постоянная Планка

Не «число Бога». Не «фундаментальный кирпич Вселенной». Постоянная Планка — **зерно наблюдения на данном уровне мерности при данной когерентности**: $h = f(d,S) \times \mathcal{A}_0$.

Зерно определяет, что наблюдатель *может различить*. Как пиксель определяет разрешение экрана. Меньше зерна — не видно. Больше — видно. Размер зерна = размер пикселя реальности для данного наблюдателя.

Абсолютно только 2π (длина оборота) и $(\pi-3)^2$ (цена кривизны). Всё остальное — контекст оператора: его мерность (d), его когерентность (S), его тороидальный масштаб (φ^d).

14.3. Одна формула

$$\boxed{h = \underbrace{2\pi}_{\text{оборот}} \times \underbrace{(\pi - 3)^2}_{\text{зерно}} \times \underbrace{\varphi}_{\text{шаг}} \times \underbrace{\Sigma(d)}_{\text{глубина}} \times \underbrace{\varphi^d}_{\text{масштаб}} \times \underbrace{(1 - S)^{-1/2}}_{\text{когерентность}} \times \underbrace{\mathcal{A}_0}_{\text{размер}}}$$

Оборот $\times$ зерно $\times$ шаг $\times$ глубина $\times$ масштаб $\times$ когерентность $\times$ размер. Семь слов. Одно число. Вся квантовая физика.

БЛАГОДАРНОСТИ И ИНСТРУМЕНТЫ

При разработке теории ODTOE и всех статей на её основе использовались инструменты искусственного интеллекта: Claude Sonnet / Opus 4.6 Extended (Chat & Code) (Anthropic), ChatGPT 5.3 (OpenAI), Google Gemini (Google DeepMind). Все содержательные решения, гипотезы, интерпретации и ответственность за них принадлежат автору.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена без внешнего финансирования.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Tiesinga E. et al. CODATA recommended values of the fundamental physical constants: 2018 // Reviews of Modern Physics. — 2021. — Vol. 93. — Art. 025010. DOI: 10.1103/RevModPhys.93.025010.

[2] Панкратов А.С. Теория всего: наблюдатель-зависимая (ODTOE) // Препринт. — 2025. — 47 с.

[3] Панкратов А.С. Архитектура кванта: π, φ и спиральный зазор // Препринт. — 2026.

[4] Панкратов А.С. Число π как структурный инвариант самосогласованного наблюдения // Препринт. — 2025.

[5] Панкратов А.С. Тороидальная топология реальности: вложенные φ-торы // Препринт. — 2026.

[6] Banach S. Sur les opérations dans les ensembles abstraits et leur application aux équations intégrales // Fundamenta Mathematicae. — 1922. — Vol. 3. — P. 133–181.

[7] Колмогоров А.Н. О сохранении условно-периодических движений // ДАН СССР. — 1954. — Т. 98. — С. 527–530.

[8] Арнольд В.И. Малые знаменатели и проблемы устойчивости движения // УМН. — 1963. — Т. 18(6). — С. 91–192.

[9] Moser J. On Invariant Curves of Area-Preserving Mappings of an Annulus // Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. II. — 1962. — P. 1–20.

[10] Панкратов А.С. Две фундаментальные константы из первых принципов: μ и α^{-1} // Препринт. — 2026.

[11] Панкратов А.С. Атом как элементарная странная петля в ODTOE // Препринт. — 2025.

[12] Панкратов А.С. Мерность наблюдателя и октавы реальности // Препринт. — 2026.

[13] Coldea R. et al. Quantum Criticality in an Ising Chain: Experimental Evidence for Emergent E_8 Symmetry // Science. — 2010. — Vol. 327. — P. 177–180.

[14] Hofstadter D.R. I Am a Strange Loop. — New York: Basic Books, 2007.

[15] Khinchin A.Ya. Continued Fractions. — Chicago: University of Chicago Press, 1964.

[16] Панкратов А.С. $\mathbb{Z}_2$-расслоение над φ-тором: спинорная архитектура фундаментальных констант // Препринт. — 2026.

[17] Feynman R.P. QED: The Strange Theory of Light and Matter. — Princeton University Press, 1985.

[18] Панкратов А.С. Электричество как направленное действие оператора наблюдения // Препринт. — 2025.

[19] Панкратов А.С. 3, 6, 9: ключ Теслы через ODTOE // Препринт. — 2026.

[20] Rauch H. et al. Verification of coherent spinor rotation of fermions // Physics Letters A. — 1975. — Vol. 54. — P. 425–427.

[21] Milnor J., Stasheff J. Characteristic Classes. — Princeton University Press, 1974.

[22] Husemoller D. Fibre Bundles. — 3rd ed. — Springer, 1994.