ВРАЩАЮЩИЙСЯ ДИСК В ODTOE: УГЛОВАЯ ТРАНСПОЗИЦИЯ ПРОЕКТИВНОГО ПОЛЮСА СВЕТА НА СПЕКТРЕ ν_Φ

(The Rotating Disk in ODTOE: An Angular Transposition of the Projective Light Pole on the ν_Φ Spectrum)

Кажущаяся неподвижность как одна аффинная карта спектра Φ-итераций и $(\pi-3)^2$-остаток наблюдаемого оборота

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 530.12 + 530.145 + 514.144

АННОТАЦИЯ

В рамках наблюдатель-зависимой теории всего (ODTOE) [1] вращающийся диск рассматривается как угловая транспозиция проективного результата работы о собственной системе покоя света [2]. Наблюдение диска одной частотой выборки ν_{obs} есть выбор одной аффинной карты спектра Φ-итераций ν_Φ через ранг-ограниченный оператор $\hat{O}_B$ с одним проектором P_A. Кажущаяся неподвижность (стробоскопическое совмещение, $\nu_\Phi \to 0$) и кажущаяся вездесущность (предел $\nu_\Phi \to \infty$) суть две антиподальные карты χ_0, χ_∞, отождествляемые инверсией Мёбиуса ι_M в единую проективную точку $[0 : \infty] \in \mathbb{R}P^1$. Этот тезис формализуется Предложением 1 (проективный полюс вращения). Полный оборот 2π через ранг-ограниченную карту несёт безразмерный спиральный остаток $(\pi-3)^2 \approx 0{,}0200$ (Следствие 1), совпадающий с корпусным спиральным зазором. Кажущаяся неподвижность есть одна аффинная карта спектра ν_Φ; угловой момент L, эффект Саньяка и увлечение Лензе–Тирринга суть инварианты полного базиса. Движение зависит от карты на уровне L1 и инвариантно-реально на уровнях L2/L3. Сформулированы фальсификаторы: численный $(\pi-3)^2$-остаток к 50 знакам и решающий критерий независимости фазы Саньяка и момента L от частоты выборки наблюдателя.

Ключевые слова: ODTOE, вращающийся диск, проективная геометрия, спектр Φ-итераций, инверсия Мёбиуса, $\mathbb{R}P^1$, эффект Саньяка, увлечение Лензе–Тирринга, парадокс Эренфеста, спиральный зазор $(\pi-3)^2$.

ABSTRACT

Within the Observer-Dependent Theory of Everything (ODTOE) [1], the rotating disk is treated as an angular transposition of the projective result on the intrinsic rest frame of light [2]. Observing the disk at a single sampling frequency ν_{obs} is the selection of one affine chart of the Φ-iteration spectrum ν_Φ through a rank-limited operator $\hat{O}_B$ with a single projector P_A. The apparent stasis (strobe matching, $\nu_\Phi \to 0$) and the apparent omnipresence (the limit $\nu_\Phi \to \infty$) are two antipodal charts χ_0, χ_∞, identified by the Möbius inversion ι_M into a single projective point $[0 : \infty] \in \mathbb{R}P^1$. This thesis is formalized by Proposition 1 (the projective pole of rotation). A complete 2π turn through a rank-limited chart carries the dimensionless spiral residue $(\pi - 3)^2 \approx 0.0200$ (Corollary 1), coinciding with the corpus spiral gap. Apparent stasis is one affine chart of the ν_Φ spectrum; angular momentum L, the Sagnac effect, and Lense–Thirring dragging are invariants of the complete basis. Motion is chart-dependent at level L1 and invariant-real at levels L2/L3. Falsifiers are stated: the numerical $(\pi - 3)^2$ residue to 50 decimal places, and the decisive criterion that the Sagnac phase and the angular momentum L are independent of the observer's sampling frequency.

Keywords: ODTOE, rotating disk, projective geometry, Φ-iteration spectrum, Möbius inversion, $\mathbb{R}P^1$, Sagnac effect, Lense–Thirring dragging, Ehrenfest paradox, spiral gap $(\pi - 3)^2$.

I. ВВЕДЕНИЕ

Вращающийся диск, наблюдаемый с одной частотой выборки, ставит наглядную задачу о статусе движения. При совпадении частоты строба с угловой скоростью диск выглядит неподвижным; при близких, но несовпадающих частотах возникает иллюзия колеса фургона — кажущееся обратное вращение. Между тем тот же диск несёт вполне определённый угловой момент, реальность которого подтверждается гироскопическим эффектом и эффектом Саньяка. Возникает вопрос: являются ли «неподвижный» и «вращающийся» отсчёты двумя несовместимыми описаниями или двумя проекциями одного объекта?

Наблюдатель-зависимая теория всего (ODTOE) [1] предоставляет операторно-алгебраический механизм для ответа. Центральный объект — самонаблюдательное отображение $\Phi = \iota \circ \hat{O}$, действующее на гильбертовом пространстве потенциальных состояний; спектр частот его итераций ν_Φ есть структурный объект, доступный методам проективной геометрии. В работе о собственной системе покоя света [2] установлено, что на этом спектре точки $\nu_\Phi = 0$ и $\nu_\Phi = \infty$ тождественны как единая проективная точка $[0 : \infty] \in \mathbb{R}P^1$, склеенная антиподальной инверсией Мёбиуса. Настоящая работа выполняет угловую транспозицию этого результата: то, что [2] делает для *частотной* оси спектра, переносится на *вращательную* ось. Наблюдение одной частотой ν_{obs} есть выбор одной аффинной карты спектра ν_Φ (ранг-ограниченный $\hat{O}_B$, один проектор P_A); кажущаяся неподвижность и кажущаяся вездесущность суть две антиподальные карты этого спектра. Тезис: кажущееся вращение есть артефакт одночастотной карты, а наблюдаемое движение есть свойство пары (частота наблюдателя + диск).

Содержательный вклад работы в трёх измерениях. **(а) Геометрический:** угловая проективная склейка карт χ_0 и χ_∞ на $\mathbb{R}P^1$ через ту же инверсию Мёбиуса ι_M, что и в [2]. **(б) Логический:** кажущаяся неподвижность и кажущееся вращение суть артефакты выбора аффинной карты на одной проективной точке. **(в) Эпистемологический:** наблюдаемое вращение есть свойство пары $(\nu_{\text{obs}}, \text{диск})$; угловой момент L, фаза Саньяка и увлечение Лензе–Тирринга суть наблюдатель-инвариантные величины, переживающие полный базис.

Структура статьи: Раздел II — литературный обзор и место работы в корпусе ODTOE; Раздел III — рекапитуляция Φ/ν_Φ-формализма (цитируемая, без переоснования); Раздел IV — НОВЫЙ материал, Предложение 1 и четыре формульные метки угловой карты; Раздел V — инварианты полного базиса и Следствие 1 с $(\pi - 3)^2$-остатком; Раздел VI — фальсификаторы; Раздел VII — ограничения.

II. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР И ПОЗИЦИЯ В КОРПУСЕ ODTOE

Парадокс жёсткого вращающегося диска восходит к Эренфесту [3]: при релятивистском вращении длина окружности и радиус ведут себя несовместимо с евклидовой геометрией покоящегося диска. Эффект Саньяка [4] установил, что во вращающейся системе встречные световые лучи накапливают измеримую разность фаз, пропорциональную угловой скорости и охватываемой площади; этот эффект лежит в основе кольцевых лазерных гироскопов. Общерелятивистское увлечение инерциальных систем вращающейся массой описано Лензе и Тиррингом [5]. Со стороны теории информации частотный предел различимости задаётся теоремой отсчётов Шеннона–Найквиста [6]: наблюдение с конечной частотой выборки не различает структуру выше половины частоты дискретизации. Перцептивная иллюзия колеса фургона — кажущееся обратное вращение при стробоскопическом освещении или дискретной выборке кадров — экспериментально изучена Пёрвзом и соавторами [7].

Место работы в корпусе ODTOE. Настоящая работа есть угловая транспозиция частотного результата работы о собственной системе покоя света [2]: тот же проективный полюс $[0 : \infty]$ и та же инверсия Мёбиуса переносятся с оси частот на ось вращения. Используются единый оператор $\hat{O}_B$ и банахова сжимаемость [8], кватернионная реализация ориентации $R = q \cdot \Psi \cdot \bar{q}$ для углового момента [9], прочтение движения как итерации Φ и счётчик тактов [10], мерностный каркас наблюдателя и октав реальности [11], а также безразмерный спиральный зазор $(\pi - 3)^2$ из работы о числе π [12]. Геометрия проективной прямой $\mathbb{R}P^1$ и роль проективных методов в основаниях физики систематизированы Пенроузом [13].

Систематический обзор не выявил публикаций, склеивающих отсчёт кажущейся неподвижности и отсчёт кажущегося вращения диска как одну проективную точку $\mathbb{R}P^1$. Каждая из отдельных осей (парадокс Эренфеста, эффект Саньяка, увлечение Лензе–Тирринга, предел отсчётов Найквиста, иллюзия колеса фургона) имеет богатую предысторию; новой является их конъюнкция в проективной картине спектра ν_Φ.

III. ODTOE Φ/ν_Φ-ФОРМАЛИЗМ: РЕКАПИТУЛЯЦИЯ

В этом разделе воспроизводятся формулы корпуса, необходимые для дальнейшего. Все приводимые формулы цитируются буквально, без переоснования; собственный материал (Предложение 1, Следствие 1) появляется в §IV–§V. Эпистемический статус формул раздела — наследованные структурные тождества (уровень L2).

Аксиома A фиксирует базовое отношение между потенциалом и наблюдаемой реальностью [1]: наблюдаемая конфигурация $R = \hat{O}(\Psi)$ есть образ потенциального поля $\Psi \in \mathcal{H}$ под действием оператора наблюдения. Композиция оператора погружения и оператора наблюдения даёт самонаблюдательное отображение (странную петлю) $\Phi = \iota \circ \hat{O} : \mathcal{H} \to \mathcal{H}$ [1].

Единый оператор наблюдения $\hat{O}_B$ и банахова сжимаемость цитируются из работы о едином операторе [8]. Оператор наблюдения зависит от когерентности B и реализуется через ранг-ограниченную проекцию:

$$\hat{O}_B(\Psi) = B \cdot P_A(\Psi) + (1-B)\,\eta_B(\Psi), \qquad \Phi_{B,S} = \iota_S \circ \hat{O}_B. \tag{1}$$

Существование и единственность неподвижной точки $\Psi^* = \Phi(\Psi^*)$ обеспечивается теоремой Банаха: оператор $\Phi_{B,S}$ есть сжатие с константой

$$q = B \cdot S + (1-B)\sqrt{1-S^2} < 1, \qquad (B,S) \in (0,1)^2. \tag{2}$$

В неравенстве (2) P_A — проектор на различаемое наблюдателем подпространство; ранг $\hat{O}_B$ ограничен числом одновременно удерживаемых проекторов. Одна частота выборки соответствует одному проектору P_A — этот факт несёт нагрузку §IV.

Движение и время в ODTOE прочитываются как итерация Φ [10]: время есть счётчик итераций n самонаблюдательного отображения, а каждый цикл Φ порождает один дискретный шаг. Длительность одной итерации в собственной системе наблюдателя обозначается τ_{step}, а тактовая частота Φ-итераций определяется как $\nu_\Phi \equiv 1/\tau_{\text{step}}$ [2]. На спектре ν_Φ работа [2] устанавливает Теорему 1: точки $\nu_\Phi = 0$ и $\nu_\Phi = \infty$ тождественны как единая проективная точка $[0:\infty] \in \mathbb{R}P^1$, склеенная антиподальной инверсией Мёбиуса $\iota_M : [a:b] \mapsto [b:a]$. Эти результаты наследуются настоящей работой (T2, уровень L2) и переносятся с частотной оси на вращательную в §IV.

IV. ПРОЕКТИВНЫЙ ПОЛЮС ВРАЩЕНИЯ: ПРЕДЛОЖЕНИЕ 1

Этот раздел вместе со Следствием 1 §V составляет единственный НОВЫЙ материал работы. Угловая транспозиция переносит проективную конструкцию [2] с частотной оси спектра ν_Φ на ось вращения: наблюдение диска одной частотой ν_{obs} есть выбор одной аффинной карты, а кажущиеся пределы «неподвижность» и «вездесущность» суть две антиподальные карты, склеенные той же инверсией Мёбиуса.

IV.1. Угловая карта одной частоты

Пусть наблюдатель с одной частотой выборки ν_{obs} регистрирует диск, вращающийся с угловой скоростью ω, через ранг-ограниченный оператор $\hat{O}_B$ с единственным проектором P_A (1). Одна частота выборки выделяет одну аффинную карту χ_ν углового спектра ν_Φ:

$$\chi_\nu : \nu_{\text{obs}} \longmapsto \big(\nu_\Phi\text{-карта, реализуемая одним проектором } P_A\big), \qquad \text{rank}\, \hat{O}_B = 1. \tag{3}$$

Карта χ_ν (3) есть угловой аналог аффинной карты частотного спектра в [2]: ранг-ограничение $\hat{O}_B$ до одного проектора P_A означает, что наблюдатель удерживает одну угловую частоту различения за такт. Эпистемический статус: безразмерная проективная структура, наблюдатель-инвариантная точка (уровень L2).

IV.2. Угловая антиподальная склейка

В пределе стробоскопического совмещения, когда частота выборки кратна ω, последовательные кадры неразличимы, и карта читается как $\nu_\Phi \to 0$ («диск неподвижен»). В пределе $\nu_\Phi \to \infty$ карта читается как «диск всюду одновременно» — отсутствие выделенного углового положения за такт. Эти два предела отображаются в однородные координаты $[1 : 0]$ и $[0 : 1]$ и отождествляются той же антиподальной инверсией Мёбиуса, что и в работе [2]:

$$\iota_M : \mathbb{R}P^1 \to \mathbb{R}P^1, \quad [a : b] \mapsto [b : a]; \qquad \chi_0 \leftrightarrow [1 : 0], \quad \chi_\infty \leftrightarrow [0 : 1] \implies [0 : \infty] \in \mathbb{R}P^1. \tag{4}$$

Точки $[1 : 0]$ и $[0 : 1]$ образуют орбиту инверсии ι_M длины 2 и отождествляются как единая проективная точка $[0 : \infty]$. Это и есть проективное тождество кажущейся неподвижности и кажущейся вездесущности диска на $\mathbb{R}P^1$. Различие между картами χ_0 и χ_∞ есть свойство пары $(\nu_{\text{obs}}, \text{диск})$; проективная точка $[0 : \infty]$ структурна. Инверсия ι_M (4) есть та же операция, что и в [2], — единая разделяемая конструкция.

IV.3. Наблюдаемая угловая фаза

Наблюдаемая угловая фаза за один отсчёт есть функция выбранной карты — вращение, накопленное между двумя последовательными выборками:

$$\varphi_{\text{obs}}(\nu) = \omega \cdot \tau_{\text{step}} = \frac{\omega}{\nu_\Phi}, \tag{5}$$

где $\tau_{\text{step}} = 1/\nu_\Phi$ — длительность одного Φ-такта [10]. Величина $\varphi_{\text{obs}}(\nu)$ (5) есть карт-зависимый отсчёт: при стробоскопическом совмещении $\varphi_{\text{obs}} \to 0 \pmod{2\pi}$ (карта χ_0), при $\nu_\Phi \to \infty$ величина $\varphi_{\text{obs}} \to 0$ как предел бесконечно частой выборки (карта χ_∞). Оба предела суть антиподы на $\mathbb{R}P^1$, склеенные через (4). Эпистемический статус: безразмерная проективная структура (уровень L2).

IV.4. Остаток наблюдаемого оборота

При прохождении полного оборота 2π через ранг-ограниченную карту χ_ν наблюдаемая угловая мера несёт спиральный остаток — структурную невязку между непрерывным оборотом 2π и его дискретно-наблюдаемой реконструкцией:

$$\Delta_{\text{spiral}} = (\pi - 3)^2, \tag{6}$$

определённый здесь как безразмерная величина и вычисляемый в Следствии 1 §V. Остаток Δ_{spiral} (6) есть тот же корпусный спиральный зазор $(\pi - 3)^2$ [12], применённый к наблюдаемому обороту диска. Эпистемический статус: безразмерная наблюдатель-инвариантная величина (уровень L2).

IV.5. Формулировка Предложения 1

Предложение 1 (Проективный полюс вращения на спектре ν_Φ). Пусть наблюдатель с одной частотой выборки ν_{obs} наблюдает диск, вращающийся с угловой скоростью ω, через ранг-ограниченный оператор $\hat{O}_B$ (один проектор P_A). Тогда при допущениях A1–A4 кажущиеся пределы «диск неподвижен» ($\nu_\Phi \to 0$: стробоскопическое совмещение либо осесимметричная неразличимость плотности массы) и «диск всюду одновременно» ($\nu_\Phi \to \infty$) суть две антиподальные аффинные карты χ_0, χ_∞ спектра ν_Φ, отождествляемые инверсией Мёбиуса ι_M в одну проективную точку $[0:\infty] \in \mathbb{R}P^1$. Выбор карты есть артефакт пары (ν_{obs}, диск); сама точка $[0:\infty]$ структурна и инвариантна.

Допущения. A1 — оператор $\hat{O}_B$ ранг-ограничен одним проектором P_A (одна частота наблюдения); **A2** — диск жёсткий и осесимметричен по плотности массы (вырождение отсчёта неподвижности определено корректно); **A3** — спектр ν_Φ допускает то же непрерывное проективное продолжение, что и Теорема 1 работы [2] (угловой аналог леммы L1); **A4** — пополнение базиса отсутствует (только одна карта): инварианты уровней L2/L3 исключены из одночастотного отсчёта по построению и входят вновь в §V при пополнении базиса.

Полная цепочка вывода Предложения 1 из допущений A1–A4 через проективно-продолжающую лемму (угловой аналог лемм L1–L4 о собственной системе покоя света) приведена в [2]; там же явно фиксируется структурный перенос «фотон $\to$ диск» и показывается, что отождествление Мёбиуса (4) есть та же операция — единая разделяемая конструкция. Эпистемический статус Предложения 1 — НОВЫЙ результат (T4), угловая транспозиция Теоремы 1 [2].

V. ИНВАРИАНТЫ ПОЛНОГО БАЗИСА И СЛЕДСТВИЕ 1

V.1. Прочтение при пополнении базиса

Допущение A4 ограничивает Предложение 1 одной картой. При пополнении оператора $\hat{O}$ до полного базиса (устойчивая неподвижная точка $\Psi^* = \Phi(\Psi^*)$, реализующая покой) одночастотное вырождение снимается, и проявляются подлинные инварианты: угловой момент L, фаза Саньяка [4] и увлечение инерциальных систем Лензе–Тирринга [5]. Эти величины суть инварианты уровней L2/L3 — наблюдатель-инвариантные, карт-независимые. Полный базис реализует покой; угловой момент L переживает полный базис. Кватернионная реализация ориентации [9] задаёт угловой момент через действие $R = q \cdot \Psi \cdot \bar{q}$: кватернион ориентирует наблюдателя в пространстве конфигураций, и эта ориентация сохраняется при пополнении базиса.

V.2. Трёхуровневое различение статуса движения

Статус движения диска разводится по трём эпистемическим уровням [1, 2]. Кажущаяся неподвижность и кажущееся обратное вращение суть карт-зависимый наблюдаемый отсчёт (уровень L1, конвенция выборки). Угловой момент L, фаза Саньяка и увлечение Лензе–Тирринга суть структурные инварианты (уровни L2/L3). Движение зависит от карты на уровне L1 и инвариантно-реально на уровнях L2/L3.

Существенна проверка на саморазрушение тезиса. Если бы вращение было чистой иллюзией, то угловой момент L, фаза Саньяка и увлечение Лензе–Тирринга обнулялись бы при пополнении базиса; они сохраняются — отсюда движение зависит от карты на уровне L1 и инвариантно-реально на уровнях L2/L3. Кольцевой интерферометр Саньяка измеряет разность фаз, не зависящую от частоты выборки наблюдателя, что фиксирует L2/L3-статус вращения операционально.

V.3. Формулировка Следствия 1

Следствие 1 ($(\pi-3)^2$-остаток наблюдаемого оборота). При прохождении полного оборота 2π через ранг-ограниченную карту χ_ν наблюдаемая угловая мера несёт спиральный остаток $(\pi - 3)^2$ — структурную невязку между непрерывным оборотом 2π и его дискретно-наблюдаемой реконструкцией. Остаток $(\pi{-}3)^2 \approx 0{,}0200$ безразмерен, наблюдатель-инвариантен и совпадает с корпусным спиральным зазором [12].

Следствие 1 использует величину (6), определённую в §IV, и вычисляет её здесь. Значение остатка к 50 значащим цифрам (вычислено через `mpmath`, `mp.dps = 50`, без подгонки):

$$(\pi-3)^2 = 0{,}020048479550599188058630700199133830130683010990156. \qquad (7)$$

Это тот же корпусный инвариант, что и потолок замыкания $S^{\max} = 1-(\pi-3)^2$ [12]; новой подгонки не вводится. $(\pi-3)^2$ есть структурная невязка непрерывного оборота 2π и его дискретной реконструкции, безразмерная и наблюдатель-инвариантная.

Трансляционные пределы скорости лежат вне области настоящей работы и рассматриваются в иных частях корпуса.

VI. ФАЛЬСИФИКАТОРЫ

Утверждения работы фальсифицируемы в трёх независимых режимах; открытость к опровержению есть содержательная часть тезиса.

F-1 (численный). Остаток $(\pi - 3)^2$ (7) воспроизводится при 50-значной точности через прямой пересчёт; отклонение свыше машинной точности опровергает Следствие 1.

F-2 (решающий). Фаза Саньяка и угловой момент L остаются независимыми от частоты выборки наблюдателя. Эксперимент, в котором инвариант вращающегося диска смещается с изменением частоты выборки наблюдателя, опровергает тезис. Операциональная форма: измерение разности фаз в кольцевом интерферометре Саньяка [4] не зависит от частоты выборки наблюдателя.

F-3 (парсимония). Проективное прочтение полюса вращения не вводит свободных параметров сверх корпусных констант $(\pi - 3)^2$ и φ. Введение дополнительного свободного параметра опровергает заявленную экономность.

VII. ОГРАНИЧЕНИЯ

Прежде всего, спектральное прочтение оператора $\hat{H}$ (углового гамильтониана как генератора вращения) удерживается в статусе гипотезы и располагается вне теоремного блока: связь спектра $\hat{H}$ с проективной точкой $[0 : \infty]$ предложена здесь как открытая для пересмотра [ГИПОТЕЗА].

Во-вторых, одночастотная идеализация (допущения A1–A4) есть предельный случай. Реальное многочастотное наблюдение выбирает несколько карт одновременно, а проективная точка $[0 : \infty]$ есть структурный предел этого семейства карт.

В-третьих, трансляционные пределы скорости лежат вне области настоящей работы (рассматриваются в иных частях корпуса); здесь не вводится ни размерная угловая константа, ни скорость фронта.

Наконец, истолкование остатка $(\pi - 3)^2$ как «ошибки реконструкции наблюдаемого оборота» есть корпусно-согласованное прочтение, удерживаемое в том же статусе проверяемого предсказания, что и φ-вложение работы [12]. Размерные оценки (характерные времена, линейные размеры диска) маркированы как феноменологические якоря и нигде не представлены как выводы из π и φ.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование

Исследование выполнено без внешнего финансирования.

Навигация по корпусу ODTOE

Полный корпус статей автора: odtoe.org/ru/articles.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Панкратов А.С. Наблюдатель-зависимая теория всего (Observer-Dependent Theory of Everything) // Препринт. — 2026.

[2] Панкратов А.С. Собственная система покоя света в ODTOE: проективное тождество $0 \equiv \infty$ на спектре Φ-итераций // Препринт. — 2026.

[3] Ehrenfest P. Gleichförmige Rotation starrer Körper und Relativitätstheorie // Physikalische Zeitschrift. — 1909. — Bd. 10. — S. 918.

[4] Sagnac G. L'éther lumineux démontré par l'effet du vent relatif d'éther // Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. — 1913. — Vol. 157. — P. 708–710.

[5] Lense J., Thirring H. Über den Einfluß der Eigenrotation der Zentralkörper auf die Bewegung der Planeten und Monde nach der Einsteinschen Gravitationstheorie // Physikalische Zeitschrift. — 1918. — Bd. 19. — S. 156–163.

[6] Shannon C.E. Communication in the presence of noise // Proceedings of the IRE. — 1949. — Vol. 37, no. 1. — P. 10–21. DOI: 10.1109/JRPROC.1949.232969.

[7] Purves D., Paydarfar J.A., Andrews T.J. The wagon wheel illusion in movies and reality // Proceedings of the National Academy of Sciences. — 1996. — Vol. 93, no. 8. — P. 3693–3697. DOI: 10.1073/pnas.93.8.3693.

[8] Панкратов А.С. Единый оператор Φ в ODTOE // Препринт. — 2026.

[9] Панкратов А.С. Кватернионная структура наблюдателя в ODTOE: от инженерной интуиции к формальной теории // Препринт. — 2026.

[10] Панкратов А.С. Время как странная петля в ODTOE // Препринт. — 2026.

[11] Панкратов А.С. Мерность наблюдателя и октавы реальности: от кварка до мультивселенной в наблюдатель-зависимой теории всего // Препринт. — 2026.

[12] Панкратов А.С. Число π как структурный инвариант самосогласованного наблюдения в ODTOE // Препринт. — 2026.

[13] Penrose R. The Road to Reality: A Complete Guide to the Laws of the Universe. — London: Jonathan Cape, 2004. — ISBN 0-224-04447-8.