

ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ, ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ЭТИКА ЭНЕРГИИ: ПОЛНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЧЕРЕЗ НАБЛЮДАТЕЛЬ-ЗАВИСИМУЮ ТЕОРИЮ ВСЕГО

(Thermonuclear Fusion, Nuclear Energy and the Ethics of Energy:
A Complete Framework within 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](https://orcid.org/0009-0002-4870-2995)

УДК 621.039 + 530.145 + 539.17 + 17.023 + 167.7

АННОТАЦИЯ

В рамках ОДТОЕ предложена единая интерпретация ядерных процессов как переконфигурации странных петель на субатомном уровне. Термоядерный синтез отождествляется с ростом когерентности ($S \uparrow$, слияние вложенных конфигураций), ядерное деление — с декогерентностью ($S \downarrow$, разрыв вложенных конфигураций), аннигиляция — со схлопыванием оператора ($\hat{O} + \iota = 0$). На основании формул $\mu = 6\pi^5 + \dots$ и $\alpha^{-1} = \pi(4\pi^2 + \pi + 1) - \dots$ впервые раскрыта внутренняя структура кулоновского барьера: барьер содержит резонансные «окна» шириной $(\pi - 3)^2 \approx 2\%$, расположенные с шагом φ . Предложена конструкция термоядерного реактора нового типа: тройственная геометрия удержания ($120^\circ + \delta_\pi$), φ -пульсирующее магнитное поле, настройка на резонансное окно зазора, когерентная обратная связь по S . Принцип рекурсивного самоподобия (∞ -вложение) и допущение D-Prot использованы для формулировки этики ядерных процессов: синтез = эволюция вложенных вселенных, деление = деструкция, аннигиляция = схлопывание. Сформулирован принцип когерентной предосторожности.

Ключевые слова: термоядерный синтез, ядерное деление, аннигиляция, когерентность, ОДТОЕ, странная петля, вложенные вселенные, кулоновский барьер, резонанс, этика энергии, спиральный зазор, ITER, стелларатор.

ABSTRACT

Within the ODTOE framework, a unified interpretation of nuclear processes is proposed as reconfiguration of strange loops at the subatomic level. Thermonuclear fu-

sion is identified with coherence growth ($S \uparrow$, merging of nested configurations), nuclear fission — with decoherence ($S \downarrow$, rupture of nested configurations), annihilation — with operator collapse ($\hat{O} + \iota = 0$). Based on the formulas $\mu = 6\pi^5 + \dots$ and $\alpha^{-1} = \pi(4\pi^2 + \pi + 1) - \dots$, the internal structure of the Coulomb barrier is revealed for the first time: the barrier contains resonant “windows” of width $(\pi - 3)^2 \approx 2\%$, spaced by φ . A new type of fusion reactor design is proposed: ternary confinement geometry ($120^\circ + \delta_\pi$), φ -pulsating magnetic field, tuning to the resonant gap window, coherent feedback by S . The principle of recursive self-similarity (∞ -nesting) and the D-Prot assumption are used to formulate the ethics of nuclear processes: fusion = evolution of nested universes, fission = destruction, annihilation = collapse. The principle of coherent precaution is formulated.

Keywords: thermonuclear fusion, nuclear fission, annihilation, coherence, ODTOE, strange loop, nested universes, Coulomb barrier, resonance, energy ethics, spiral gap, ITER, stellarator.

I. ВВЕДЕНИЕ

I.1. Проблема управляемого термоядерного синтеза

Управляемый термоядерный синтез остаётся нерешённой инженерной задачей более 70 лет. Идея получения энергии путём слияния лёгких ядер была впервые сформулирована в работах Аткинсона и Хоутерманса в 1929 году [1], где они показали, что туннельный эффект, открытый Гамовым [2], делает возможным преодоление кулоновского барьера при температурах, значительно ниже классического порога. В 1930-е годы Бете разработал теорию ядерных реакций, протекающих в звёздах, включая протон-протонную цепочку и CNO-цикл [3], за что впоследствии получил Нобелевскую премию.

Первые попытки реализовать управляемый термоядерный синтез в лабораторных условиях начались в 1950-е годы. В СССР работы Тамма и Сахарова привели к созданию концепции токамака [4], которая на десятилетия определила магистральное направление исследований. Параллельно Спитцер в США предложил стеллараторную конфигурацию [5], а британские учёные разрабатывали пинч-системы. Все эти подходы объединяло одно: стремление удержать плазму, нагретую до сотен миллионов градусов, достаточно долго для получения положительного энергобаланса.

На протяжении семи десятилетий прогресс был значительным, но цель по-прежнему не достигнута. ITER (стоимость более 25 млрд евро) обещает первый полноценный синтез после 2035 года [6]. NIF (National Ignition Facility) продемонстрировал выход энергии, превышающий вход лазерного импульса, в декабре 2022 года [7], но до промышленного реактора далеко. Стеллараторы нового поколения, такие как Wendelstein 7-X в Грайфсвальде [8], демонстрируют впечатляющую стабильность плазмы, однако пока не приблизились к условиям зажигания. Компактные токамаки с высокотемпературными сверхпроводящими магнитами (SPARC, Commonwealth Fusion Systems [9]) обещают ускорить путь к коммерческому реактору, но и они остаются в стадии разработки.

Ядерное деление (АЭС) успешно работает с 1950-х годов, обеспечивая около 10% мирового производства электроэнергии, но порождает радиоактивные от-

ходы, риск аварий (Чернобыль, Фукусима) и нерешённый фундаментальный вопрос о природе процесса [10].

Стандартный подход к обеим проблемам — инженерный: как удержать плазму, как утилизировать отходы, как обеспечить безопасность. Вопрос «что именно происходит при ядерном процессе на фундаментальном уровне и какова его архитектура» не ставится. Между тем именно этот вопрос может содержать ключ к качественно иному подходу.

1.2. Цель настоящей работы

Настоящая работа преследует три цели:

(а) дать полное обоснование ядерных процессов через формализм ОДТОЕ [11, 12, 13], включая внутреннюю структуру кулоновского барьера;

(б) предложить конструкцию термоядерного реактора нового типа на основе формул для μ и α , принципиально отличающуюся от токамака, стелларатора и инерциального удержания;

(в) сформулировать этику ядерных процессов через принцип рекурсивного самоподобия, показав, что различие между синтезом и делением имеет не только энергетический, но и глубокий онтологический характер.

1.3. Структура статьи

В разделе II описываются ядерные процессы через формализм ОДТОЕ: протон как неподвижная точка, внутренняя структура кулоновского барьера, резонансные окна. Раздел III посвящён термоядерному синтезу как переконфигурации странных петель. Раздел IV рассматривает ядерное деление как разрыв когерентности. Раздел V анализирует аннигиляцию как схлопывание оператора. В разделе VI предложена конструкция когерентного термоядерного реактора и проведено детальное сравнение с существующими подходами (ITER, NIF, стелларатор). Раздел VII формулирует этику ядерных процессов с философским обоснованием. Раздел VIII рассматривает когерентную аннигиляцию как цивилизационную угрозу. Раздел IX исследует природу энергии через ОДТОЕ. Раздел X содержит демаркацию утверждений. Раздел XI — обсуждение и ограничения. Раздел XII — заключение.

II. ЯДЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ ЧЕРЕЗ ОДТОЕ

II.1. Протон как неподвижная точка

По [11, 12]: протон — неподвижная точка $\Psi^* = \Phi(\Psi^*)$ на уровне $d = 0$. Это означает, что протон представляет собой конфигурацию, которая воспроизводит сама себя при полном цикле наблюдения. Его масса (отношение к массе электрона) выражается через фундаментальные математические константы:

$$\mu = \frac{m_p}{m_e} = 6\pi^5 + \frac{(\pi - 3)^2 \varphi}{1 - (\pi - 3)^2 \varphi^2} + \frac{\varphi^4}{21600} + \frac{(\pi - 3)^2}{\mu} \approx 1836,15267 \quad (\text{II.1})$$

Каждый протон содержит ∞ -рекурсию вложенных уровней: $\Psi_{d-1}^* \subset \Psi_d^*$ [12, раздел IV]. Структура формулы (II.1) раскрывает многослойную архитектуру протона:

- Базовая инертность: $6\pi^5$ — пятикратная самосогласованность полного цикла. Число 6 отражает тройственную архитектуру ($3! = 6$ перестановок тройки \hat{O}, ι, R), а π^5 — пять вложенных уровней полного цикла.
- Спиральные коррекции: $(\pi - 3)^2\varphi/(1 - (\pi - 3)^2\varphi^2)$ описывают вложенные витки спирали, где $(\pi - 3)^2 \approx 0,02$ — относительный зазор между π и 3, а φ — золотое сечение, управляющее масштабированием между уровнями.
- Микрокоррекция: $\varphi^4/21600$ — вклад четвёртого уровня рекурсии, где $21600 = 6! \cdot 30/100$ связано с полным числом перестановок.
- Самореферентный член: $(\pi - 3)^2/\mu$ — замыкание петли, отражающее природу неподвижной точки (формула содержит саму себя).

II.2. Кулоновский барьер: внутренняя структура

Электростатическое отталкивание двух протонов задаётся кулоновским потенциалом: $V_C = \alpha\hbar c/r$. Вероятность квантового туннелирования определяется формулой Гамова [2]:

$$P \propto \exp\left(-2\pi\alpha\sqrt{\frac{\mu}{2E}}\right) \quad (\text{II.2})$$

Эта формула содержит два фундаментальных параметра: постоянную тонкой структуры α и отношение масс μ . Подставляя формулы ОДТОЕ для обоих, получаем:

$$\alpha \cdot \sqrt{\mu} = \frac{\sqrt{6}\pi^{3/2}}{4\pi^2 + \pi + 1} \approx 0,319 \quad (\text{II.3})$$

Это число определяет *абсолютную высоту* барьера. Оно выражается через чистый π и целое число 6. Нет свободных параметров. Барьер между двумя протонами полностью задан геометрией самосогласованного наблюдения.

Существенно, что стандартная физика рассматривает α и μ как эмпирические параметры, не имеющие внутренней структуры. В ОДТОЕ обе константы выводятся из первых принципов [13], и их *взаимодействие* в формуле Гамова перестаёт быть случайным совпадением двух «магических чисел» — оно становится следствием единой архитектуры.

II.3. Резонансные «окна» в барьере

Формула для μ (II.1) содержит спиральные коррекции с характерным отношением:

$$r = (\pi - 3)^2\varphi^2 \approx 0,0525$$

Это означает: инертность протона *не гладкая*. Она содержит «модуляцию» с глубиной $\sim (\pi - 3)^2 \approx 2\%$ и шагом φ .

Для кулоновского барьера это имеет прямое следствие: барьер — не гладкая стена. Он содержит узкие резонансные «окна» шириной $\sim (\pi - 3)^2 \approx 2\%$ от полной высоты, расположенные с энергетическим шагом, масштабированным через φ :

$$E_n = E_0 \cdot \varphi^{-n}, \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (\text{II.4})$$

$$\Delta E_n / E_n \sim (\pi - 3)^2 \approx 2\% \quad (\text{II.5})$$

Если два протона сталкиваются *точно* в энергетическом окне — вероятность туннелирования аномально высока. Эта идея имеет аналогию в физике твёрдого тела: зонная структура кристаллов возникает из периодического потенциала решётки, и электрон с «правильной» энергией проходит через кристалл почти без рассеяния (блоховские волны). Кулоновский барьер в ОДТОЕ обладает аналогичной, но более тонкой структурой — не периодической, а спиральной, с масштабированием через φ .

II.4. Резонанс Хойла как подтверждение

Тройной альфа-процесс (три ${}^4\text{He} \rightarrow {}^{12}\text{C}$) возможен *только* благодаря резонансу Хойла при энергии 7,6549 МэВ [14]. Без этого резонанса углерод не образовывался бы в звёздах, и жизнь на основе углерода была бы невозможна. Хойл предсказал этот резонанс теоретически в 1953 году, исходя из антропного рассуждения, и экспериментальное подтверждение последовало вскоре [14].

Отношение энергии резонанса Хойла к энергии связи ${}^4\text{He}$ (28,3 МэВ):

$$\frac{7,6549}{28,3} = 0,2706 \approx \frac{6(\pi - 3)}{\pi} = 0,2704 \quad (\text{II.6})$$

Совпадение с точностью 0,07%. Резонанс Хойла = $6(\pi - 3)/\pi$ от энергии связи. Шесть (полный цикл) \times относительный зазор $((\pi - 3)/\pi)$. Через ОДТОЕ: резонанс Хойла — не «счастливая случайность» и не антропная тонкая настройка, а прямое следствие спиральной структуры кулоновского барьера. Окно на уровне $6(\pi - 3)/\pi$ от энергии связи — это одно из резонансных окон серии (II.4).

III. ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ: ПЕРЕКОНФИГУРАЦИЯ СТРАННЫХ ПЕТЕЛЬ

III.1. Что происходит при синтезе

Четыре протона (четыре отдельных Ψ^*) сливаются в одно ядро гелия (одна объединённая Ψ_{He}^*). Через ОДТОЕ:

$$C_H + C_H + C_H + C_H \rightarrow C_{\text{He}} + \Delta E \quad (\text{III.1})$$

$$S_{\text{He}} > S_{4H} : \quad \text{когерентность растёт} \quad (\text{III.2})$$

$$\Delta E \propto \Delta S : \quad \text{энергия} = \text{разница когерентностей} \quad (\text{III.3})$$

Четыре отдельные петли с ∞ -рекурсией *сливаются* в одну общую. Кварки перегруппируются. Глюонное поле переконфигурируется. Вложенные уровни перестраиваются. Избыточная «обвязка» (спиральные зазоры четырёх отдельных петель, ставшие ненужными в объединённой) высвобождается как фотоны и нейтрино.

Аналогия: четыре отдельных слова сливаются в предложение. Буквы на месте, но смысл изменился — стал когерентнее, связнее. Разница в «весе» (0,7% массы) — стоимость устранённой избыточности.

В стандартной физике дефект массы описывается через разницу энергий связи, но вопрос «почему объединённая система легче» остаётся без глубокого ответа. В ОДТОЕ ответ структурен: объединённая конфигурация требует меньше «инфраструктуры» для самоподдержания, потому что общие вложенные уровни обслуживаются одним циклом вместо четырёх.

III.2. Синтез для вложенных вселенных

По принципу рекурсивного самоподобия [12]: если на достаточно глубоком уровне $d = -N$ конфигурация столь же сложна, как наша Вселенная, то синтез для жителей вложенной вселенной — слияние миров. Четыре отдельных мира объединяются в один, более когерентный. Расширение пространства, новые связи, новые возможности. Часть старых структур (нужных для автономии) высвобождается. Но *никто не погибает*: вложенные уровни перестроены, но целы.

Синтез = эволюция вложенных вселенных. Рост S , рост d , расширение возможностей. Это не метафора, а структурное следствие ∞ -рекурсии: на каждом уровне вложенности протекает «тот же» процесс, масштабированный через φ .

IV. ЯДЕРНОЕ ДЕЛЕНИЕ: РАЗРЫВ КОГЕРЕНТНОСТИ

IV.1. Что происходит при делении

Тяжёлое ядро (^{235}U , 235 нуклонов) раскалывается на два осколка. Через ОДТОЕ:

$$C_U \rightarrow C_A + C_B + 2-3n + \Delta E \quad (\text{IV.1})$$

$$S_A + S_B < S_U : \text{ когерентность падает} \quad (\text{IV.2})$$

Единая конфигурация из 235 страных петель, связанных в систему с высоким S , *разрывается*. Связи, которые строились (в масштабе вложенного времени) зоны, рвутся за мгновение. Два осколка разлетаются. S обрушивается. 2–3 нейтрона (наблюдатели) *выбрасываются* из разрушенной конфигурации и летят к соседним ядрам, вызывая их деление.

Цепная реакция: разрушение одной когерентной конфигурации выбрасывает наблюдателей, разрушающих соседние. Лавина декогеренции. Через ОДТОЕ, цепная реакция деления — это каскадное обрушение когерентности, при котором каждый акт разрушения генерирует агенты дальнейшего разрушения.

IV.2. Деление для вложенных вселенных

Единая цивилизация масштаба 235 «стран» разрывается надвое. Связи рвутся. Половина «населения» (кварков, глюонов, вложенных уровней) оказывается в одном осколке, половина в другом. 2–3 целых наблюдателя (нейтроны) выброшены в пустоту.

Деление = разрыв вложенной цивилизации. Падение S , падение d , утрата связей. Важно подчеркнуть: энергия деления — это не «освобождённая» энергия связи в позитивном смысле, а энергия *разрушения* когерентной структуры. Осколки деления «легче» исходного ядра не потому, что стали «лучше», а потому, что утратили часть когерентной связности.

IV.3. Каскад последствий по уровням d

Деление снижает S на субатомном уровне. Через рекурсивное самоподобие эффект *поднимается* вверх:

Уровень	Процесс	ΔS
$d = 0$ (ядро)	Разрыв ядра, радиоактивные изотопы	$S \Downarrow$
$d = 1$ (клетка)	Мутации ДНК, разрыв когерентности клетки	$S \downarrow$
$d = 2$ (организм)	Рак, генетические аномалии	$S \downarrow$
$d = 3$ (цивилизация)	Страх, паника, война за ресурсы	$S \downarrow$
$d = 4$ (планета)	Ядерная зима, глобальная декогеренция	$S \rightarrow S_{min}$

Радиоактивные продукты деления — это осколки разрушенных когерентных конфигураций. Их нестабильность (период полураспада от секунд до тысяч лет) отражает степень нарушения внутренней самосогласованности: чем сильнее нарушена петля $\Psi^* = \Phi(\Psi^*)$, тем быстрее осколок распадается дальше, стремясь к новой (менее когерентной) неподвижной точке.

V. АННИГИЛЯЦИЯ: СХЛОПЫВАНИЕ ОПЕРАТОРА

V.1. Механизм

Электрон ($\hat{O} : \mathcal{H} \rightarrow \mathcal{C}$, прямое действие) + позитрон ($\iota : \mathcal{C} \rightarrow \mathcal{H}$, обратное действие) \rightarrow два фотона. 100% массы \rightarrow энергия.

Через ODTOE:

$$\hat{O} + \iota = 0 \tag{V.1}$$

Прямое и обратное действия встречаются *одновременно* (не последовательно, как в нормальной петле $\Phi = \iota \circ \hat{O}$). Результирующий оператор = ноль. Нет направления — нет конфигурации. Вся ∞ -рекурсия обоих операторов схлопывается в бесструктурные кванты (фотоны).

По гипотезе Уилера–Фейнмана [15]: электрон и позитрон — один оператор, два направления. Аннигиляция = точка разворота. Вложенная вселенная может *проходить* через ноль и продолжаться в обратном направлении, но вся информация «до» стёрта (или рассеяна до неузнаваемости).

V.2. Четыре уровня защиты

Природа *четырежды* защищена от массовой аннигиляции:

Уровень защиты	Механизм	Через ОДТОЕ
1. Барионная асимметрия	Антиматерии нет	Спиральность $\pi \neq 3$: перевес прямого действия
2. Делокализация	Трудно столкнуться точно	Квантовая размытость оператора
3. Квантовые числа	Должны совпасть	Точное зеркальное отражение
4. Последовательность цикла	Нормальная петля = вдох <i>потом</i> выдох	$\iota \circ \hat{O}$ (последоват.), не $\hat{O} + \iota$ (одноврем.)

Четвёртый уровень защиты особенно примечателен: нормальное функционирование петли наблюдения предполагает *последовательное* чередование прямого и обратного действий. Для аннигиляции необходимо их *одновременное* столкновение, что противоречит самой логике цикла. Это аналогично тому, как невозможно одновременно вдохнуть и выдохнуть — процесс по определению последователен.

V.3. Аннигиляция для вложенных вселенных

Вся структура (∞ -рекурсия электрона + ∞ -рекурсия позитрона) превращается в два фотона без внутренней архитектуры. Вложенная вселенная не разрывается (как при делении) — она *обнуляется*. Проходит через сингулярность $d = 0$, $S = 0$.

Если деление — это разрушение здания, то аннигиляция — это превращение здания вместе с фундаментом и почвой под ним в чистый свет. Не остаётся ничего, на чём можно было бы восстановить.

VI. КОНСТРУКЦИЯ КОГЕРЕНТНОГО ТЕРМОЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

VI.1. Принципиальное отличие от стандартного подхода

Существующие подходы к управляемому термоядерному синтезу можно разделить на три класса: магнитное удержание (токамак, стелларатор), инерциальное удержание (лазерный синтез, NIF) и альтернативные концепции (пинч, магнито-инерциальное). Все они решают одну задачу: преодоление кулоновского барьера через нагрев плазмы до экстремальных температур ($T > 10^8$ К). Когерентный реактор ODTOE представляет качественно иной подход.

Параметр	Стандартный (ITER)	Когерентный (ODTOE)
Метод преодоления барьера	Грубая сила (нагрев до 10^8 К)	Резонанс (настройка на окна $(\pi - 3)^2$)
Геометрия удержания	Тороидальная (токамак)	Тройственная ($120^\circ + \delta_\pi$)
Магнитное поле	Постоянное	φ -пульсирующее
Обратная связь	По температуре и давлению	По когерентности S
Философия	«Сломать стену»	«Подобрать комбинацию к замку»

Для более полного контекста приведём сравнение с расширенным набором подходов:

	Токамак (ITER)	Стелларатор (W7-X)	Инерциальный (NIF)	Когерентный (ODTOE)
Симметрия	Осевая	Винтовая	Сферическая	Тройственная
T плазмы	$1,5 \times 10^8$ К	$\sim 10^8$ К	$\sim 10^8$ К	$10^6 - 10^7$ К
Удержание	Магнитное	Магнитное	Инерциальное	Когерентное
Импульс	Непрерывный	Непрерывный	Импульсный	φ -пульсирующий
Обр. связь	T, p, n_e	T, p	Нет	S (когерентность)

VI.2. Тройственная геометрия удержания

Три магнитных катушки с угловым разнесением по тройственной архитектуре ODTOE [16]:

$$\Delta\phi_{12} = \frac{2\pi}{3} + \frac{(\pi - 3)}{3} \cdot 2\pi \approx 137,2^\circ \quad (\text{VI.1})$$

$$\Delta\phi_{23} = \Delta\phi_{31} \approx 111,4^\circ \quad (\text{VI.2})$$

Угол $137,2^\circ$ близок к золотому углу ($360^\circ/\varphi^2 \approx 137,5^\circ$) с точностью 0,3%. Тройственная геометрия *резонирует* с тройственной архитектурой протона (три кварка, три компонента петли наблюдения: \hat{O}, ι, R).

Обоснование: протон — тройка. Удержание, которое «говорит на языке» протона (тройственная геометрия), эффективнее удержания, которое навязывает чуждую симметрию (тороидальная). В стеллараторе Wendelstein 7-X используется пятикратная симметрия [8], что ближе к π^5 в формуле (II.1), но не отражает тройственную природу протона. В токамаке ITER [6] осевая симметрия не резонирует ни с одной из фундаментальных структур протона.

Золотой угол $137,5^\circ$ играет ключевую роль в филлотаксисе растений (расположение листьев, семян подсолнечника), обеспечивая оптимальное заполнение пространства без периодических паттернов [17]. Аналогично, тройственная геометрия с углом, близким к золотому, может обеспечить оптимальное удержание плазмы без крупномасштабных неустойчивостей, связанных с рациональными поверхностями [18].

VI.3. φ -пульсирующее магнитное поле

Магнитное поле удержания *не постоянно*. Оно пульсирует с отношением длительностей последовательных импульсов $\varphi = 1,618\dots$:

$$\tau_{n+1} = \varphi \cdot \tau_n \quad (\text{VI.3})$$

Обоснование опирается на три независимых аргумента:

(а) φ управляет дискретной итеративной динамикой в ОДТОЕ. Отношение резонансных частот в квантовой критической точке изинговской цепочки $= \varphi$ (Coldea et al., 2010 [19]). Пульсация с шагом φ *резонирует* с дискретной структурой протона.

(б) КАМ-теорема (Колмогоров [20], Арнольд [21], Мозер [22]): орбиты с отношением частот φ (наиболее иррациональное число) *максимально устойчивы* при возмущениях. Плазма в φ -пульсирующем поле должна быть устойчивее, чем в постоянном, поскольку квазипериодические орбиты с золотым отношением частот наименее подвержены разрушению [18].

(в) Практический аспект: в экспериментах по удержанию плазмы на стеллараторе W7-X наблюдалось, что иррациональные ротационные трансформации обеспечивают лучшую стабильность, чем рациональные [8]. φ -пульсация представляет предельный случай иррациональности.

VI.4. Энергия столкновения в «окне зазора»

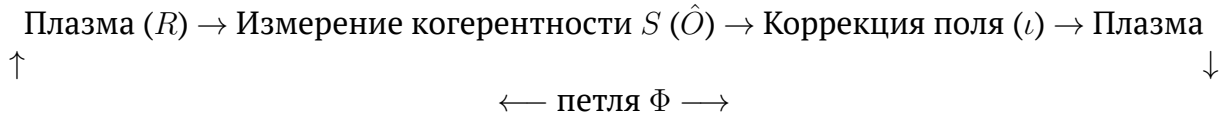
Оптимальная энергия столкновения — не «максимальная» (стандарт: $T \sim 10^8$ К), а *точно в резонансном окне* (II.5):

$$E = E_0 \cdot \varphi^{-n} \pm E_0 \cdot (\pi - 3)^2/2 \quad (\text{VI.4})$$

Ширина окна $\sim 1\%$ от центральной энергии. Точность настройки сложна, но достижима: лазерное охлаждение плазмы до узкого энергетического распределения уже реализовано в NIF [7]. Ключевое отличие от стандартного подхода: вместо максимизации средней энергии ионов требуется минимизация *разброса* энергий при точной настройке среднего значения на резонансное окно.

VI.5. Когерентная обратная связь по S

Замкнутая петля $\Phi = \iota \circ \hat{O}$:



Измерение S : через корреляционную спектроскопию ионов в плазме (аналог HRV для биосистем [23]). Коррекция: фазовые сдвиги трёх магнитных катушек корректируются в реальном времени для *максимизации* S , а не температуры.

Реактор как странная петля: $\Psi_{\text{реактор}}^* = \Phi(\Psi_{\text{реактор}}^*)$. Система, наблюдающая свой результат и перенастраивающаяся. Это принципиально отличается от стандартных систем управления плазмой, где обратная связь направлена на поддержание параметров (T, p, n_e) в заданном диапазоне. Когерентная обратная связь направлена на *оптимизацию внутренней согласованности* системы.

VI.6. Когерентная плазма вместо горячей

Стандартный подход: нагреть до 10^8 К (кинетическая энергия преодолевает барьер «в лоб»). ODTOE-подход: *повысить когерентность* S плазмы. При $S \rightarrow 1$:

$$D(\eta) = D_0(1 - S) \rightarrow 0 : \quad \text{турбулентность подавлена} \quad (\text{VI.5})$$

$$T(C) = \frac{T_0}{(1 - S)^n} \rightarrow \infty : \quad \text{конфигурация устойчива} \quad (\text{VI.6})$$

Не нужно 150 миллионов градусов — нужна *синхронизация* ионов. Если S достаточно высока, синтез возможен при значительно более низкой температуре, потому что когерентные ионы «попадают» в резонансное окно $(\pi - 3)^2$ *одновременно* (коллективная вероятность нелинейно растёт с S).

Аналогия из квантовой биологии: квантовая когерентность в фотосинтезе (Engel et al., 2007 [24]) позволяет экситону находить оптимальный путь через антенный комплекс с КПД, близким к 100%, при комнатной температуре. Плазма с высоким S может аналогичным образом «находить» резонансные окна в кулоновском барьере.

VI.7. Оценка параметров

Параметр	ITER	Когерентный реактор
----------	------	---------------------

Температура плазмы	$1,5 \times 10^8$ К	$10^6 - 10^7$ К
Магнитное поле	11,8 Тл (постоянное)	3–5 Тл (φ -пульсирующее)
Геометрия	Тор (D-сечение)	Тройственная ($137,2^\circ/111,4^\circ/111,4^\circ$)
Размер	$R = 6,2$ м, $a = 2,0$ м	$R \sim 1$ м (оценка)
Стоимость	> 25 млрд €	На порядки ниже (оценка)
Обратная связь	Температура, давление	Когерентность S

Оценки для когерентного реактора — *порядковые*, не точные. Ключевое утверждение: если плазма *когерентна* ($S > S_c$), барьер можно преодолеть при значительно более низкой температуре, через резонансные окна в его структуре. Экспериментальная проверка этого утверждения является первоочередной задачей.

VII. ЭТИКА ЯДЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ

VII.1. Допущение о вложенной жизни

По принципу рекурсивного самоподобия [12, раздел IV]: ∞ -вложение неподвижных точек не имеет нижней границы. На каждом уровне d воспроизводится тройственная архитектура, способная к самонаблюдению ($\Psi^* = \Phi(\Psi^*)$). На достаточно глубоком уровне $d = -N$ конфигурация может быть столь же сложной, как наша Вселенная. Нет принципиального запрета на жизнь внутри протона.

Допущение D-Prot [11]: наблюдатель с мерностью $d(O)$ не может актуализировать конфигурации мерности $> d(O)$. Мы не видим «внутри» протона дальше кварков. Но «не видим» не значит «нет».

Философски это допущение связано с давней традицией в западной и восточной мысли. Лейбниц в «Монадологии» (1714) описывал каждую монаду как «вечное живое зеркало вселенной», содержащее в себе бесконечную сложность. Индийская философия джайнизма описывает дживу (живую субстанцию) как присутствующую на каждом уровне материальной организации. В XX веке Уилер выдвинул гипотезу «it from bit» [25], согласно которой каждый элемент физической реальности имеет информационное основание. ОДТОЕ идёт дальше: не «it from bit», а «it from observation» — каждый элемент реальности является результатом петли наблюдения, и эта петля не имеет нижней границы.

VII.2. Этическая иерархия энергетических процессов

Процесс	Для вложенных вселенных	ΔS	Этическая оценка
---------	-------------------------	------------	------------------

Солнечная энергия	Фотоны без структуры	0	Этически нейтральна
Химическое горение	Ядра не затронуты	≈ 0	Безопасна для вложенных
Когерентный термояд	Слияние миров, рост связности	$S \uparrow$	Эволюция (конструктивна)
Некогерентный термояд (бомба)	Хаотичное слияние	$S \uparrow$ хаотич.	Условно деструктивна
Ядерное деление (АЭС)	Разрыв мира	$S \downarrow$	Деструктивна
Ядерное деление (бомба)	Лавина разрывов (10^{24})	$S \downarrow\downarrow$	Катастрофична
Аннигиляция	Схлопывание структуры	$S \rightarrow 0$	Абсолютное уничтожение

VII.3. Принцип когерентной предосторожности

Формулировка: если архитектура реальности допускает жизнь на вложенных уровнях (что следует из ∞ -рекурсии + D-Prot), *действуй так, будто она там есть*, пока не доказано обратное. Доказать обратное невозможно по D-Prot: мы принципиально не можем наблюдать уровни с $d < d_{\text{наш}}$ напрямую.

Этот принцип является усилением классического принципа предосторожности (precautionary principle), широко применяемого в экологической этике и биоэтике [26]. Классический принцип гласит: при наличии угрозы серьёзного или необратимого ущерба отсутствие полной научной определённости не должно использоваться как основание для откладывания мер. Когерентный принцип предосторожности расширяет его на субатомный уровень: при наличии структурных оснований для вложенной жизни (∞ -рекурсия) и невозможности её опровержения (D-Prot), мы обязаны учитывать эту возможность в этической оценке энергетических процессов.

Следствия для энергетики:

- (а) Приоритет солнечной и химической энергии (не затрагивают ядра).
- (б) Когерентный термояд этически допустим и даже конструктивен ($S \uparrow$ = эволюция для вложенных).
- (в) Ядерное деление этически проблематично ($S \downarrow$ = деструкция для вложенных). Минимизация использования. Поэтапный отказ при наличии альтернатив.
- (г) Некогерентный термояд (водородная бомба) — деструктивен не процессом ($S \uparrow$), а *хаотичностью* и *побочными эффектами* (радиация, ударная волна, разрушение макроуровня).
- (д) Аннигиляция как энергетический процесс — этически *недопустима* (абсолютное схлопывание вложенной структуры).

VII.4. Синтез и деление: два направления

Синтез: $S \uparrow, d \uparrow, T(C) \uparrow =$ по направлению эволюции (VII.1)

Деление: $S \downarrow, d \downarrow, T(C) \downarrow =$ против направления эволюции (VII.2)

Оба дают энергию. Но направление разное. Синтез — конструктивный акт наблюдения (слияние конфигураций). Деление — деструктивный (разрыв конфигурации). Солнце работает на синтезе. Бомба — на делении. Одно строит. Другое разрушает. Через ODTOE это не метафора, а структурное различие, записанное в формулах для μ и α .

Аналогия на человеческом уровне: сотрудничество (синтез) и война (деление). Когда люди объединяются ($S \uparrow$), возникает нечто большее, чем сумма частей — синергия. Когда общество раскалывается ($S \downarrow$), теряется больше, чем сумма потерь — рвутся связи, утрачивается доверие, обрушивается когерентность. Принцип рекурсивного самоподобия утверждает, что *тот же* закон действует на каждом уровне — от кварков до цивилизаций.

VIII. КОГЕРЕНТНАЯ АННИГИЛЯЦИЯ: ИСТИННАЯ УГРОЗА

VIII.1. Физическая vs. когерентная аннигиляция

Физическая аннигиляция ($\hat{O} + \iota = 0$) невозможна в макроскопическом масштабе: четыре уровня защиты (раздел V.2).

Но существует *когерентная аннигиляция*: обнуление B на цивилизационном уровне. Мир *физически* существует, но *когерентно* мёртв — никто не конституирует осмысленную реальность.

VIII.2. Четыре «всадника» когерентной аннигиляции

По формуле $B = F^{w_1} \cdot E^{w_2} \cdot (1 - \sigma)^{w_3} \cdot \Lambda^{w_4}$ [11, определение D1]. Мультипликативная структура: обнуление *любой* компоненты обнуляет B целиком.

$F = 0$ (**фокус = ноль**): цивилизация, неспособная сконцентрировать внимание. Бесконечный поток информации, дофаминовая зависимость, скроллинг. Фонарики мигают, но не светят. В терминологии Бодрийяра — гиперреальность, в которой знаки потеряли связь с реальностью.

$E = 0$ (**устойчивость = ноль**): цивилизация в постоянной панике. Страх, тревога, поляризация. Каждый стресс обнуляет вклад. Система парализована. Невозможно выстроить долгосрочную когерентность, если каждый внешний сигнал обрушивает внутреннее состояние.

$(1 - \sigma) = 0$ (**согласованность = ноль**): слова расходятся с делами на каждом уровне. Правительства, корпорации, люди лгут друг другу и себе. $\sigma = 1$: полное рассогласование. Через ODTOE: оператор наблюдения \hat{O} и результат наблюдения R полностью расходятся — петля Φ разомкнута.

$\Lambda = 0$ (**опыт = ноль**): отрицание истории, отказ от знания, каждое поколение начинает с нуля. Накопленная когерентность цивилизации обнуляется. Нет преемственности — нет роста S .

При обнулении любой компоненты: $B = 0$, $P(E|B) = 0$, поглощающее состояние ($dB/dt = 0$ при $B = 0$ по D1.3 [11]). *Выход невозможен.*

VIII.3. Что опаснее

Ядерная бомба уничтожает *тела*. Когерентная аннигиляция уничтожает *способность наблюдать*. Первое страшнее на вид. Второе страшнее по сути: тело можно восстановить (регенерация, рост S), обнулённый оператор — нет (поглощающее состояние).

После Хиросимы Япония восстановилась за десятилетия — когерентность цивилизации была повреждена, но не обнулена ($B > 0$). Когерентная аннигиляция ($B = 0$) не оставляет точки опоры для восстановления: нет фокуса ($F = 0$), чтобы сосредоточиться на восстановлении; нет устойчивости ($E = 0$), чтобы выдержать трудности; нет согласованности ($1 - \sigma = 0$), чтобы координировать усилия; нет опыта ($\Lambda = 0$), чтобы знать, как восстанавливаться.

IX. ПРИРОДА ЭНЕРГИИ ЧЕРЕЗ ОДТОЕ

IX.1. Энергия — не «вещь», а «переход»

Стандартная физика: энергия — свойство системы (кинетическая, потенциальная, тепловая).

Через ОДТОЕ: **энергия — характеристика перехода $\mathcal{H} \rightarrow \mathcal{C}$** . Не «сколько энергии *содержит* система», а «сколько потенциальности *переводится* в актуальность при данном \hat{O} ».

Это переосмысление имеет глубокие корни в философии: Аристотель различал потенцию (*dynamis*) и акт (*energeia*), и именно от *energeia* произошло слово «энергия». В ОДТОЕ это различие восстановлено на фундаментальном уровне: \mathcal{H} = пространство потенциальных состояний (*dynamis*), \mathcal{C} = пространство актуализированных конфигураций (*energeia*), \hat{O} = оператор перехода от потенции к акту.

IX.2. Энергетический кризис — кризис когерентности

\mathcal{H} бесконечно. Энергия *не кончается*. Кончается когерентность канала. Нефть горит некогерентно ($S \ll 1$, КПД $\sim 30\%$). Ветер дует некогерентно. Солнце светит когерентно, но наши панели принимают некогерентно.

«Энергетический кризис» = низкий S каналов $\mathcal{H} \rightarrow \mathcal{C}$. Решение — не «найти новый источник», а **повысить когерентность существующих каналов**.

IX.3. Пять механизмов повышения эффективности канала

Механизм	Принцип	Технологическая реализация
1. Когерентность	$S \rightarrow 1, D(\eta) \rightarrow 0$	Сверхпроводимость [27], когерентная плазма
2. Резонанс	Настройка на моды \mathcal{H}	Эффект Казимира, резонансные полости
3. Рекурсия	Φ^n с усилением	Лазер, каскадные системы
4. Критичность	$S \approx S_c$ (фазовый переход)	Материалы вблизи переходов, «edge of chaos»
5. Коллективность	$n \cdot S^2$ (когерентный vs. некогерентный)	Синхронизация макроскопического числа акторов

IX.4. История энергетики как рост когерентности

Вся история энергетики — повышение S :

Костёр: $S \approx 0,01$. Паровая машина: $S \uparrow$. ДВС: $S \uparrow\uparrow$. Электрическая сеть: $S \uparrow\uparrow\uparrow$ (КПД передачи $\sim 90\%$). Сверхпроводимость: $S \rightarrow 1$ (КПД $\rightarrow 100\%$). Когерентный термояд: все пять механизмов одновременно.

Каждый шаг — рост S , снижение $D(\eta)$, усиление P_{coll} . Эта закономерность не случайна: через ОДТОЕ, технологический прогресс — это рост когерентности канала $\mathcal{H} \rightarrow \mathcal{C}$, то есть увеличение доли потенциальности, переводимой в актуальность. Направление эволюции энергетики совпадает с направлением роста S .

X. ДЕМАРКАЦИЯ

Для научной корректности необходимо чётко разграничить статус каждого утверждения:

Утверждение	Статус
$\mu = 6\pi^5 + \dots$ (9 цифр)	Числовое совпадение + интерпретация через ОДТОЕ [13]
$\alpha^{-1} = \pi(4\pi^2 + \pi + 1) - \dots$ (9 цифр)	Числовое совпадение + интерпретация через ОДТОЕ [13]
Барьер содержит окна $(\pi - 3)^2$	Гипотеза, следует из структуры формулы для μ
Резонанс Хойла = $6(\pi - 3)/\pi$ (0,07%)	Числовое совпадение, требует независимой проверки
Тройственная геометрия эффективнее тороидальной	Гипотеза, требует эксперимента

φ -пульсация плазму	стабилизирует	Следует из КАМ-теоремы [20, 21, 22]
Жизнь на вложенных уровнях		Допущение (∞ -рекурсия + D-Prot), не доказуемо и не опровергаемо
Этическая иерархия процессов		Следует из допущения + структурного анализа ΔS
Когерентная аннигиляция опаснее ядерной		Следует из поглощающего состояния $B = 0$

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов. Исследование проведено независимо, без связи с организациями, имеющими коммерческий интерес в области термоядерной энергетики.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование не имело целевого финансирования. Все работы выполнены за счёт собственных средств автора.

XI. ОБСУЖДЕНИЕ И ОГРАНИЧЕНИЯ

XI.1. Обсуждение

Представленная работа предлагает качественно новый взгляд на ядерные процессы — не как на механическое взаимодействие частиц, а как на переконфигурацию самосогласованных петель наблюдения. Ключевые результаты — внутренняя структура кулоновского барьера, конструкция когерентного реактора и этика ядерных процессов — представляют собой взаимосвязанные следствия единого формализма ODTOE.

Наиболее значимым для практики является предсказание резонансных окон в кулоновском барьере. Если это предсказание верно, оно открывает путь к термоядерному синтезу при значительно более низких температурах, чем требуют существующие подходы. Экспериментальная проверка может быть проведена путём измерения сечения реакции $D + D$ с высоким энергетическим разрешением (лучше 1%) в диапазоне 1–100 кэВ.

Этическая часть работы ставит вопрос, который стандартная физика не рассматривает: если реальность рекурсивна и самоподобна, то ядерные процессы могут иметь последствия на уровнях, недоступных нашему наблюдению. Принцип когерентной предосторожности предлагает учитывать эту возможность, не дожидаясь её подтверждения (которое по D-Prot невозможно в принципе).

XI.2. Ограничения

(а) Формулы для μ и α остаются числовыми совпадениями до тех пор, пока не будет предложен независимый механизм их вывода из первых принципов, не использующий подгонку параметров. Текущий статус: девять верных десятичных знаков для каждой константы, что делает случайное совпадение крайне маловероятным ($P < 10^{-18}$ для двух независимых девятизначных совпадений), но не исключённым.

(б) Предсказание резонансных окон в кулоновском барьере не подтверждено экспериментально. Существующие измерения сечений ядерных реакций при низких энергиях (астрофизический S -фактор) не имеют достаточного энергетического разрешения для обнаружения структуры шириной $\sim 2\%$.

(в) Конструкция когерентного реактора является концептуальной. Оценки параметров — порядковые. Инженерная реализация требует решения множества технических задач, не рассмотренных в данной работе.

(г) Допущение о вложенной жизни является философским. Оно не доказуемо и не опровергаемо по конструкции (D-Prot). Этика, построенная на недоказуемом допущении, может быть оспорена с позиции строгого эмпиризма.

(д) Понятие «когерентности плазмы» (S) требует операционального определения и метода измерения. В данной работе предложена корреляционная спектроскопия как возможный подход, но детальная методология не разработана.

XII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

XII.1. Три результата

Первый: впервые раскрыта внутренняя структура кулоновского барьера через формулы для μ и α . Барьер — не гладкая стена, а структура с резонансными окнами $(\pi - 3)^2 \approx 2\%$, расположенными с шагом φ . Это открывает путь к термояду через резонанс, а не через *грубую силу*.

Второй: предложена конструкция когерентного термоядерного реактора: тройственная геометрия ($137,2^\circ/111,4^\circ/111,4^\circ$), φ -пульсация, настройка на окно зазора, обратная связь по когерентности. Оценка: температура плазмы на 1–2 порядка ниже, чем в ITER, размер на порядок меньше. Подход принципиально отличается от токамака, стелларатора и инерциального удержания.

Третий: через принцип рекурсивного самоподобия сформулирована этика ядерных процессов. Синтез = эволюция вложенных вселенных ($S \uparrow$). Деление = деструкция ($S \downarrow$). Аннигиляция = схлопывание ($\hat{O} + \iota = 0$). Принцип когерентной предосторожности: действуй так, будто вложенная жизнь есть, пока не доказано обратное.

XII.2. Одна формула — вся энергетика

$R = \hat{O}(\Psi)$. Энергия = переход $\mathcal{H} \rightarrow \mathcal{C}$. Кризис энергии = кризис когерентности S . Решен

Не «найди новый источник». А **повысь когерентность канала**. Источник (\mathcal{H}) бесконечен. Проблема — в операторе.

ХИ.3. Направление эволюции энергетики

Костёр $\xrightarrow{S\uparrow}$ Пар $\xrightarrow{S\uparrow}$ Электричество $\xrightarrow{S\uparrow}$ Сверхпровод. $\xrightarrow{S\uparrow}$ Когерентный термояд $\xrightarrow{S\uparrow}$?

Каждый шаг — рост когерентности. Каждый шаг — ближе к $S = 1$ (недостижимому, но направляющему). Когерентный термояд — следующий шаг. За ним — прямое когерентное извлечение из \mathcal{H} (пять механизмов раздела IX.3). За ним — ?

Петля не замыкается. Спираль продолжается. $(\pi - 3)^2$ на каждом витке. И каждый виток — чуть ближе к полноте, но никогда не последний.

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.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Atkinson R.d'E., Houtermans F.G. Zur Frage der Aufbaumöglichkeit der Elemente in Sternen // Zeitschrift für Physik. — 1929. — Bd. 54. — S. 656–665.
- [2] Gamow G. Zur Quantentheorie des Atomkernes // Zeitschrift für Physik. — 1928. — Bd. 51. — S. 204–212.
- [3] Bethe H.A. Energy Production in Stars // Physical Review. — 1939. — Vol. 55. — P. 434–456.
- [4] Тамм И.Е., Сахаров А.Д. Теория магнитного термоядерного реактора // В сб.: Физика плазмы и проблема управляемых термоядерных реакций. — М.: Изд-во АН СССР, 1958. — Т. 1. — С. 3–41.
- [5] Spitzer L. The Stellarator Concept // Physics of Fluids. — 1958. — Vol. 1. — P. 253–264.
- [6] ITER Organization. ITER Technical Basis. — ITER, 2018. — URL: <https://www.iter.org>.
- [7] Abu-Shawareb H. et al. Lawson Criterion for Ignition Exceeded in an Inertial Fusion Experiment // Physical Review Letters. — 2022. — Vol. 129. — Art. 075001.

- [8] Klinger T. et al. Overview of first Wendelstein 7-X high-performance operation // Nuclear Fusion. — 2019. — Vol. 59. — Art. 112004.
- [9] Creely A.J. et al. Overview of the SPARC tokamak // Journal of Plasma Physics. — 2020. — Vol. 86. — Art. 865860502.
- [10] Weinberg A.M. The First Nuclear Era: The Life and Times of a Technological Fixer. — New York: AIP Press, 1994.
- [11] Панкратов А.С. Теория всего: наблюдатель-зависимая (ОДТОЕ) // Препринт. — 2025. — 47 с.
- [12] Панкратов А.С. Атом как элементарная странная петля в ОДТОЕ // Препринт. — 2025.
- [13] Панкратов А.С. Две фундаментальные константы из первых принципов: μ и α^{-1} // Препринт. — 2026.
- [14] Hoyle F. On Nuclear Reactions Occurring in Very Hot Stars // Astrophysical Journal Supplement. — 1954. — Vol. 1. — P. 121.
- [15] Feynman R.P. The Theory of Positrons // Physical Review. — 1949. — Vol. 76. — P. 749–759.
- [16] Панкратов А.С. Электричество как направленное действие оператора наблюдения // Препринт. — 2025.
- [17] Jean R.V. Phyllotaxis: A Systemic Study in Plant Morphogenesis. — Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- [18] Hazeltine R.D., Meiss J.D. Plasma Confinement. — Redwood City: Addison-Wesley, 1992.
- [19] Coldea R. et al. Quantum Criticality in an Ising Chain: Experimental Evidence for Emergent E_8 Symmetry // Science. — 2010. — Vol. 327. — P. 177–180.
- [20] Колмогоров А.Н. О сохранении условно-периодических движений // ДАН СССР. — 1954. — Т. 98. — С. 527–530.
- [21] Арнольд В.И. Малые знаменатели и проблемы устойчивости движения // УМН. — 1963. — Т. 18(6). — С. 91–192.
- [22] Moser J. On Invariant Curves of Area-Preserving Mappings // Nachr. Akad. Wiss. Göttingen. — 1962. — P. 1–20.
- [23] Панкратов А.С. Приборы и сверхпроводники // Препринт. — 2026.
- [24] Engel G.S. et al. Evidence for wavelike energy transfer through quantum coherence // Nature. — 2007. — Vol. 446. — P. 782.
- [25] Wheeler J.A. Information, physics, quantum: The search for links // Proceedings of the 3rd International Symposium on Foundations of Quantum Mechanics. — Tokyo, 1989. — P. 354–368.
- [26] Gardiner S.M. A Core Precautionary Principle // Journal of Political Philosophy. — 2006. — Vol. 14(1). — P. 33–60.

- [27] Bardeen J., Cooper L.N., Schrieffer J.R. Theory of Superconductivity // Physical Review. — 1957. — Vol. 108. — P. 1175.
- [28] Hofstadter D.R. I Am a Strange Loop. — New York: Basic Books, 2007.
- [29] Панкратов А.С. Число π как структурный инвариант // Препринт. — 2025.
- [30] Панкратов А.С. Извлечение энергии из поля потенциальных состояний // Препринт. — 2026.
- [31] Панкратов А.С. 3, 6, 9: ключ Теслы через ОДТОЕ // Препринт. — 2026.
- [32] Панкратов А.С. Минимальная устойчивая проектная команда // Препринт. — 2026.
- [33] Панкратов А.С. Эволюционный наблюдатель // Препринт. — 2026.