

**Тёмная энергия как свойство вакуума:
монография И. А. Обухова «Стохастическая
электродинамика
спинорных полей» и топологическая модель
упругого
вращающегося вакуума α LGQV**

**Один вывод, два масштаба: вакуумоподобная природа тёмной
энергии при электронном (хиггсовском) и нуклонном (КХД)
масштабах**

Борис Юрьевич Кригер

boriskruger@interdisciplinary-institute.org

Институт интегративных и междисциплинарных исследований

Институт информационной физики

ORCID: 0009-0001-0034-2903

Июнь 2026 г.

Аннотация

В статье рассматривается монография «Стохастическая электродинамика спинорных полей» (2-е изд., М.: Перо, 2026), в которой тёмная энергия выводится как вакуумоподобная среда из вырожденной плазмы заряженных спинорных квазичастиц и случайного электромагнитного поля. Эта работа технически самостоятельна и интеллектуально честна: автор строит аппарат заново, минуя процедуру квантования, получает плотность тёмной энергии простой формулой из фундаментальных постоянных и одной массы, совпадающую с наблюдаемой с точностью не хуже 10 %, и сам прямо указывает, что подстановка массы протона вместо электрона возвращает результат Я. Б. Зельдовича 1968 года. Это построение сопоставляется с программой α LGQV — топологической моделью упругого вращающегося вакуума, в которой космологическая постоянная есть

жёсткость пространственно-временного континуума, фиксируемая КХД-составом вакуума (σ -членами нуклона), а расширение порождается центробежностью RP^3/S^3 -топологии. Обе картины независимо приходят к одному выводу — тёмная энергия есть вакуумоподобная среда, а её плотность задана фундаментальными постоянными и одной массой при нуле свободных параметров,— но фиксируют разный масштаб: электронный (хиггсовский) у Обухова и нуклонный (КХД) в $\alpha LGQV$. Выделяется то ценное, что модель Обухова даёт программе; формулируется общий принцип полноты расширения; показано, что решающим является не «какая масса», а «откуда масса»: измеримо ли определяющее число вне космологии или подбирается *post hoc*.

Содержание

1	Введение и контекст	2
2	Принцип полноты расширения	3
3	Программа $\alpha LGQV$ и собранные доказательства	4
3.1	Основная конструкция	4
3.2	Главные собранные доказательства	5
4	Корпус и обзор литературы	6
5	Что строит Обухов	7
6	Что эта модель даёт программе $\alpha LGQV$	8
7	Где модель — одна сторона	9
8	Дискриминант	10
9	Почему очевидное неочевидно	10
10	Заключение	10

1. Введение и контекст

Поводом к настоящей заметке послужил обмен с И. А. Обуховым (МИРЭА — Российский технологический университет). В ответ на препринт автора о невозможности пустого физического вакуума и о необходимости отождествления квантового вакуума с

пространственно-временным континуумом [2] он любезно прислал свою монографию [1]. Адресат был выбран точно: книга независимо, на совершенно ином аппарате, приходит к двум положениям, отстаиваемым в программе α LGQV с другого конца, и потому заслуживает не беглого отзыва, а внимательного сопоставления.

Заметка построена не как критика, а как разбор одного добросовестного и сильного примера. Тезис, ради которого она пишется, шире книги Обухова и направлен не против неё, а через неё: *расширение Вселенной есть движение чего-то относительно чего-то, и потому у него неизбежно две стороны — причина движения и свойство движущейся среды; модель, называющая лишь одну, неполна по построению*. Книга Обухова оказывается превосходной иллюстрацией этого тезиса именно потому, что её сторона сделана честно и до конца.

Чтобы сопоставление было содержательным, ему предпослано краткое изложение программы α LGQV и собранных в ней доказательств (§3), а также обзор корпуса работ с указанием архитектуры томов и ссылок (§4).

2. Принцип полноты расширения

Принцип удобно сформулировать прежде разбора, поскольку именно он задаёт оптику.

Нелепо полагать, что микроскопический эффект — плотность энергии конденсата, плазмы или поля, определённая на масштабе частицы и кубического сантиметра — способен *глобально расширять* Вселенную. И столь же нелепо полагать, что скорость этого расширения не зависит от свойств того, что расширяется. Оба утверждения очевидны порознь; неочевидно, по-видимому, лишь то, что они *обязаны выполняться одновременно*. Расширение — это отношение между тем, что задаёт движение, и тем, что этому движению поддаётся. Полная теория обязана назвать оба члена отношения. Почти все называют ровно один.

Отсюда два типичных способа быть неполным.

Микроскопическая неполнота. Берётся локальная величина — плотность энергии некоторой среды — и наделяется космологической силой: микроскопическому свойству приписывается способность двигать весь объём. Сюда относится весь класс моделей «тёмная энергия как субстанция»: квинтэссенция, динамические скалярные поля, вакуумные конденсаты. Названо свойство среды; не названа причина движения, вернее, свойство среды *подменяет* причину.

Геометрическая неполнота. Берётся кинематический факт — Вселенная ускоряется — и в метрику вставляется константа Λ , после чего вопрос «из чего сделано расширяющееся и почему оно вообще способно растягиваться» не ставится. Это чистая Λ CDM: причина названа (постоянная в уравнении), но среда низведена до пассивной геометрии без свойств.

Каждая сторона по отдельности абсурдна: микроэффект, расширяющий космос,— нелепость масштаба; космос, расширяющийся без учёта свойств расширяющегося,— пустая кинематика. Полнота требует обе стороны и их связь.

3. Программа α LGQV и собранные доказательства

α LGQV — топологическая модель упругого вращающегося вакуума. Её исходная интуиция онтологична: существует наблюдаемый объект — пространственно-временной континуум, по которому идут волны, который искривляется, проявляет упругость, обладает энергией и обменивается ею. Не «пустота, в которой при $T > 0$ что-то заводится», а *среда, которая есть*, со своими материальными свойствами.

3.1. Основная конструкция

Космологическая постоянная Λ есть *жесткость* этого континуума. Действие Эйнштейна–Гильберта суть функционал упругой энергии; в духе индуцированной гравитации А. Д. Сахарова (1967) метрика и её жесткость — отклик среды [5]. *Величина* жесткости задана составом континуума — КХД-вакуумом, масштабом σ . Связь вакуумно-материальной константы α с σ -членами нуклона ($\sigma_{\pi N} \approx 59$ МэВ, $\sigma_s \approx 40$ МэВ) получается *двумя независимыми путями*:

- из отношения $\sigma_{\pi N}/m_N \approx 0,05$, умноженного на барионную долю $f_b \approx 0,156$ и делённого на фактор экранирования $S \approx 3$, что даёт $\alpha_{\text{эфф}} \approx 0,005$ против требуемого наблюдением $\approx 0,003$ (фактор 1,65, ноль свободных параметров);
- термодинамически, как $\alpha = 1/4$ из соотношения Гиббса–Дюэма по формализму Воловика [6], при $\delta T = 0$ и без единого упоминания КХД.

Совпадение двух независимых деривацией страхует *значение* жесткости: число не подгоняется. При этом σ -сдвиг даёт лишь *локальный* эффект $\alpha\rho_m$ — дополнительную гравитацию внутри связанных структур («тёмная материя»),— а не Λ : материя деформирует континуум локально, не трогая его глобальную жесткость.

Топология даёт не жесткость, а *растяжение*. Центробежность расширения,

$$R(t) = \sqrt{R_0^2 + c^2 t^2},$$

растягивает континуум; тот сопротивляется как пружина, и это сопротивление наблюдается как ускоренное расширение [8]. Существенно, что Λ есть не сумма, а *произведение* двух сомножителей,

$$\Lambda \sim k \cdot x,$$

где k — жёсткость (состав вакуума), а x — растяжение (центробежная геометрия); и обнуление любого из них обнуляет явление. Без центробежности ($x = 0$) упругость спит; без упругости ($k = 0$) растягивать нечего. Поэтому континуум — не «упругая среда плюс отдельно вращение», а *вращающаяся упругая среда*, и «снизу от вакуума» и «сверху от топологии» суть две половины одного механизма. Программа предсказывает $H_0 \approx 71,7$ км/с/Мпк.

3.2. Главные собранные доказательства

Ниже перечислены основные результаты, уже зафиксированные в корпусе (§4).

1. Трёхзвенная цепочка для $w = -1$. (i) σ -член сдвигает киральный конденсат — экспериментальный факт; (ii) сдвинутый конденсат есть лоренц-скаляр с $T_{\mu\nu} = \rho g_{\mu\nu}$, откуда $w = -1$ (что подтверждено в переписке с Т. Коэном); (iii) энергия с $T_{\mu\nu} \neq 0$ гравитирует по уравнениям Эйнштейна. Чтобы опровергнуть вывод, нужно сломать хотя бы одно звено.

2. Топология S^3/RP^3 . По теореме Перельмана (гипотеза Пуанкаре) замкнутая односвязная Вселенная обязана быть S^3 . На S^3 снимается проблема горизонта (всё в каузальном контакте на сфере конечного радиуса), проблема плоскостности становится естественной ($\Omega_K \approx -0,044$, а не тонкая настройка), а космическое совпадение перестаёт быть совпадением: Λ_0 связана с барионной долей по построению.

3. Предел К (K-Limit). Максимальная плотность, при которой существует киральный конденсат, — ядерная; выше неё $\alpha \rightarrow 0$ и вакуумно-материальная связь исчезает. Начальное состояние конечно: S^3 радиусом порядка 14 а.е., конечная плотность, температура $\sim 1,8 \cdot 10^{12}$ К. Сингулярности нет — «мяч» размером с орбиту Сатурна.

4. Физика частиц из того же α . Бариогенез: $\eta = \alpha^4 \approx 6,20 \cdot 10^{-10}$ (наблюдаемое $6,12 \cdot 10^{-10}$, точность 1,2%). Масса τ -лептона: $m_\tau = 2m_N - \sigma_{\text{total}} \approx 1786$ МэВ (наблюдаемое 1777, точность 0,5%). Сильная CP-проблема: $\theta = 0$ как аттрактор, без аксиона.

5. Дрейф w и данные DESI. Пересечение границы $w = -1$ читается как кинематика вакуум-материального обмена с $\varepsilon = -3\alpha/(1 - \alpha)$, фиксированным σ -членами КХД; для DESI DR2 это даёт $\varepsilon \approx -0,009$ — в пределах $0,5\sigma$ от измерения — и $\Delta\chi^2 = +0,15$ относительно ΛCDM при нуле параметров связи.

6. Хиральный диполь от вращения. Из сохранения момента импульса $\omega(a) = c/(R_0 a^2)$, откуда безразмерное $\omega/H = 1/\sqrt{a^2 - 1}$ — строго убывающее с масштабным фактором. Это даёт проверяемый тест замораживания спина галактик по красному смещению и предсказание смены знака закрутки поперёк филаментов, отличающее топологическую киральность от глобального вращения. Несущая посылка, требующая явного оговаривания: киральный избыток пропорционален ω/H в момент замораживания спина. Подавление D_2 в Planck PR3 на уровне $\sim 1,7\sigma$ и асимметрия нечётной чётности на

~ 2–2,6 σ согласуются с предсказанием.

Программа получила эндорсменты для arXiv (Т. Коэн; М. Шифман); интерес к ней проявил ряд специалистов по КХД. В частности, С. Бродски (SLAC, Стэнфорд) — один из ведущих теоретиков квантовой хромодинамики (светоконусное квантование КХД, пертурбативная КХД, VLM-схема установки масштаба) — выразил интерес к программе и предложил сотрудничество. Это не довод истинности, но указание на то, что построение проходит профессиональную проверку, причём со стороны специалистов по тому самому КХД-сектору, на котором стоит вывод Λ .

4. Корпус и обзор литературы

Корпус выстроен как непрерывная серия томов. Тома I–IV образуют ядро α LGQV (вывод Λ из КХД, топология, центробежная динамика); тома V–VII расширяют его до общей теории информационного субстрата (IST), где граница приписывания роли проверяется внешними дисциплинарно-нейтральными свидетелями.

- **Том I.** α LGQV, основания: вывод Λ из σ -членов КХД, RP^3 -топология, кривые вращения. 569 с., ISBN 979-8252224558. DOI: 10.5281/zenodo.19027460.
- **Том II.** 579 с. DOI: 10.13140/RG.2.2.29913.28002.
- **Том III.** NANOGrav, P-ACT, DESI, предсказание «Большого кольца». 420 с. DOI: 10.13140/RG.2.2.32586.32962.
- **Том IV** (ICAST). 780 с. DOI: 10.5281/zenodo.20137134.
- **Том V.** Топология КХД и изотопология (*Topology of QCD and Isotopology*). 928 с., 23 статьи. DOI: 10.5281/zenodo.20370383.
- **Том VI.** Структурная устойчивость и анализ когерентности (*Structural Persistence and Coherence Analysis*). 537 с., 18 статей. DOI: 10.5281/zenodo.20455316.
- **Том VII.** Теория информационного субстрата (*Information Substrate Theory*); статья 18 «Assignment and Its Boundary» как замок, использующий гипотезу Ходжа в роли внешнего свидетеля границы приписывания. ~398 с. DOI: 10.5281/zenodo.20483632.

Онтологический и метанаучный пласт того же года (IIR Ontology & Systems Theory): «Порядки ортогональности» (DOI: 10.5281/zenodo.20100022), «Объёмная двойственность» (DOI: 10.5281/zenodo.20100782), «Топологическая двойственность» (DOI: 10.5281/zenodo.20100879), «Структурная теория мудрости» (DOI: 10.5281/zenodo.20112021).

Отдельными препринтами развиты механизм упругого вакуума и полная динамическая история расширения [8], тезис о невозможности пустого вакуума [2], а также серия адресных заметок-откликов (в их числе сопоставление с информационным структурным реализмом С. Профумо, где независимое схождение фиксируется на границе абсолютных классов Ходжа). Полные тексты доступны по приведённым DOI.

5. Что строит Обухов

Ниже модель излагается в её собственных терминах, с должным вниманием к её устройству.

Исходные объекты [1] — два идентичных классических массивных заряженных спинорных поля, удовлетворяющих уравнению Дирака, и электромагнитное поле Максвелла. Одно из спинорных полей входит в лагранжиан с отрицательным знаком (приём термополевой динамики Умэдзавы), что даёт конечные суммарные заряд и энергию за счёт взаимной компенсации расходимостей двух полей, *без квантования и без перенормировки*. Взаимодействие расщепляется на детерминированную и стохастическую подсистемы; источник стохастичности — случайное электромагнитное поле, рождаемое переходами между полями, точные время и локализация которых неизвестны. Наблюдаемые суть средние по процессу, вычисляемые через равновесные распределения Ферми–Дирака с координатно-зависимыми температурой, химическим потенциалом и гидродинамической скоростью.

Космологический результат разворачивается в приложениях. Спинорные квазичастицы вместе с порождаемым ими случайным полем образуют *плазму спинорных квазичастиц*. Для вырожденной электронейтральной плазмы давление отрицательно, а знак плотности энергии зависит от соотношения температуры T и химического потенциала μ . Возникает возможность состояния с нулевой энтальпией,

$$\varepsilon + P = 0,$$

обеспечивающего релятивистскую инвариантность плотности энергии и давления и вместе с условием нулевого потока делающего среду *вакуумоподобной*: $w = -1$. Обухов прямо возводит это к идее Зельдовича (1981): положительный вклад бозонов в энергию вакуума может быть скомпенсирован отрицательным вкладом фермионов [4]. Плотность среды выражается простой формулой через постоянную Хаббла, скорость света, заряд и массу электрона; численно она совпадает с наблюдаемой плотностью тёмной энергии с точностью не хуже 10% при нуле свободных параметров в главном приближении. Космологическая постоянная связывается с температурой плазмы; плотность убывает со временем, что автор соотносит с указаниями на ослабление ускорения. Предложен

сценарий образования тёмной энергии как фазового перехода (флуктуация химического потенциала) и механизм зарядовой асимметрии: ненулевой заряд вакуума играет роль ионизированной примеси, как в полупроводнике.

6. Что эта модель даёт программе α LGQV

Прежде чем указать, в чём модель неполна, стоит отметить, чем она сильна и полезна. Здесь нет ни одной дежурной любезности — всё перечисленное ниже составляет реальное приобретение для программы.

1. Микроскопическое обоснование самой возможности $w = -1$. Макроскопическое утверждение программы α LGQV о вакуумоподобном уравнении состояния нуждается в ответе на вопрос, *доступно ли* такое состояние обычной материи в принципе. Обухов даёт конструктивный ответ: вакуумоподобную среду с конечной плотностью можно собрать из ординарных заряженных фермионов и электромагнитного поля через компенсацию Зельдовича. Это микроскопический «пол» под макроскопическим тезисом.

2. Готовый аппарат для подчинённого лептонного сектора. В программе α LGQV вклад лептонов считается подавленным (через принцип Паули) на десятки порядков относительно барионного и оценивался лишь по порядку величины. Монография Обухова есть тщательная количественная разработка именно электрон-позитронного сектора: вырожденная плазма, её уравнение состояния, вклады случайного поля, сечения аннигиляции. Для количественной оценки лептонной поправки у Обухова уже построен подходящий инструмент.

3. Независимое указание на нуклонный (КХД) масштаб. Самое примечательное: Обухов сам, на совершенно другой машине, пишет, что подстановка массы протона вместо электрона возвращает результат Зельдовича 1968 [3]. Тем самым независимый автор указывает на нуклонный масштаб как на естественную альтернативу — ровно тот масштаб, который положен в основание программы α LGQV. Это непрощеная внешняя поддержка выбора масштаба из методологически не связанного с программой источника.

4. Независимая линия к убыванию тёмной энергии. Обухов получает убывание ε_Λ со временем, соотнося его с данными об ослаблении ускорения. Это конвергенция с линией программы α LGQV о дрейфе w и пересечении границы $w = -1$, полученная из совершенно иного механизма. Две несвязанные машины, приходящие к «тёмная энергия не постоянна», сильнее одной.

5. Союзник в отказе от абсолютной энергии нуля. Обухов работает с классическими полями и термодинамикой, минуя пространство Фока, и гасит бесконечности фермион-бозонной компенсацией. Программа α LGQV отказывается от абсолютной энергии пустоты как ненаблюдаемой, оставляя лишь отклик континуума на вещество. Маршруты разные,

отказ один: ни тот, ни другой не платит дань катастрофе «120 порядков».

Следует подчеркнуть: пункт 3 — это не «Обухов ошибся с электроном». Это автор, честно доводящий свою сторону до конца и по дороге сам обнажающий развилку масштаба. Именно полнота и честность его построения делают эту развилку видимой.

7. Где модель — одна сторона

В свете §2 ясно, какой именно стороной является модель Обухова: *микроскопической*, в чистом и образцовом виде.

«Непустой вакуум»: тривиальное и онтологическое. Утверждение «при $T > 0$ в вакууме неизбежно что-то есть» в рамках Обухова *тавтологично*: если температура определена через заселённость возбуждений, то положительная температура буквально и означает заселённость. Содержание — в скрытой послылке: откуда у вакуумоподобной среды берётся ненулевая температура и почему именно такая. Обухов сам отмечает, что при $T \rightarrow 0$ концентрация квазичастиц обращается в нуль, то есть среда исчезает. Значит, температура плазмы — не выведенная величина, а **постулат**, фактически закреплённый требованием $\varepsilon_\Lambda \approx$ наблюдаемой. Тогда «ноль свободных параметров» следует читать аккуратно: масштаб (масса электрона) выбран по совпадению, температура подобрана под ответ.

Масштаб: электрон против протона есть Хиггс против КХД. Формула Обухова не требует, чтобы масса была электронной,— в неё входит просто «масса заряженного спинора». Электрон выбран отчасти по физике (легчайший заряженный фермион, рождается первым при низких температурах), отчасти потому, что с ним сходится ответ. Но масса электрона — хиггсовский параметр, ни из чего не выводимый. Масса протона почти целиком (около 99%) динамическая: это энергия глюонного поля, проявление КХД-вакуума, а не сумма масс составляющих. Поэтому «протонная ветвь» формулы — замаскированный КХД-масштаб, и развилка «электрон или протон» есть на деле развилка «хиггсовский масштаб или вакуумно-динамический».

Динамика: разбавление объёмом против геометрической релаксации. Убывание ε_Λ у Обухова — следствие роста объёма при почти постоянном числе частиц: среда пассивно разбавляется и расширению не сопротивляется. В программе αLGQV убывание геометрическое — разворачивается сама геометрия,— то есть среда обладает восстанавливающей жёсткостью.

Симметрично, ΛCDM есть *геометрическая* сторона: причина (константа в метрике) есть, свойств расширяющегося нет. Обе модели берут по одной стороне и выдают её за целое; αLGQV удерживает обе и связывает их через $\Lambda = k \cdot x$ (§3).

8. Дискриминант

Наблюдаемое численное совпадение плотности тёмной энергии с комбинацией фундаментальных постоянных реально во *всех* картинах — и потому само по себе ничего не решает. Решает *статус числа*:

- У Обухова масштаб — внешний параметр (масса электрона), отобранный по совпадению, плюс свободная температура; число фиксируется *после* обращения к наблюдаемой плотности.
- В программе αLGQV подставляемого масштаба нет: жёсткость измеряется независимо и дважды (σ -члены; термодинамика), растяжение задаётся геометрией; число фиксируется *до* космологии.

Дискриминант, следовательно,— не «какая масса», а **откуда масса**: измеримо ли определяющее число вне космологии (как σ -члены, мерящиеся в ядерной физике) или подбирается *post hoc* (как T и m_e). И «протонная ветвь» Обухова указывает именно в эту сторону.

9. Почему очевидное неочевидно

Двусторонность расширения наглядна; то, что большинство удерживает лишь одну сторону, имеет причину не интеллектуальную, а *методологическую*. Дисциплина столетие приучала разделять: микромир — квантовая теория поля и физика частиц; макромир — общая теория относительности и геометрия. Специалист по тёмной энергии оказывается либо «частичником» (и тяготеет к субстанции, плазме, полю — к своему масштабу), либо «релятивистом» (и тяготеет к константе в метрике). Сам аппарат подталкивает выбрать одну сторону. Требование держать обе сразу идёт против цеховой специализации — поэтому очевидное оказывается слепым пятном по устройству разделения труда, а не по недостатку проницательности. Книга Обухова — честный продукт «частичной» традиции, доведённый до предела; именно её добротность делает структурную неполноту видимой без натяжки.

10. Заключение

Монография И. А. Обухова — сильная, самостоятельная и интеллектуально честная работа. Она независимо приходит к тому, что тёмная энергия есть вакуумоподобная среда, а не загадочная субстанция, и что её плотность фиксируется фундаментальными постоянными и одной массой; она даёт микроскопическое обоснование доступности

состояния $w = -1$, готовый аппарат для лептонного сектора и — через «протонную ветвь» — независимое указание на нуклонный масштаб. Всё это составляет приобретение для программы.

Вместе с тем модель остаётся *одной стороной* двустороннего явления, с масштабом, выбранным по совпадению, и температурой, подобранной под ответ; динамика сведена к пассивному разбавлению. Симметрично неполна геометрическая Λ CDM. Топологическая модель упругого вращающегося вакуума α LGQV отличается не тем, что её число «точнее», а тем, что удерживает обе стороны и связывает их необходимостью: $\Lambda = k \cdot x$, жёсткость от КХД-состава вакуума и растяжение от центробежной геометрии. Один вывод о вакуумоподобной природе тёмной энергии достигается на двух масштабах — электронном у Обухова и нуклонном в α LGQV,— и именно второй масштаб измерим вне космологии. В этом смысле работа Обухова — не мишень, а лучший из возможных иллюстративных случаев.

Список литературы

- [1] И.А. Обухов Стохастическая электродинамика спинорных полей. Издание второе, переработанное и дополненное. М.: Перо, 2026. 160 с.
- [2] Б. Ю. Кригер. *Why the Physical Vacuum Cannot Be Empty: Why Vacuum Boundaries Must Be Gradients Rather Than Walls, and the Necessary Identification of the Quantum Vacuum with the Spacetime Continuum*. Препринт, 2026.
- [3] Я. Б. Зельдович. Космологическая постоянная и теория элементарных частиц. *УФН* **95** (1968) 209.
- [4] Я. Б. Зельдович. О компенсации вкладов бозонов и фермионов в плотность энергии вакуума (1981); см. обсуждение и ссылки в [1].
- [5] А. Д. Сахаров. Вакуумные квантовые флуктуации в искривлённом пространстве и теория гравитации. *ДАН СССР* **177** (1967) 70.
- [6] G. E. Volovik. *The Universe in a Helium Droplet*. Oxford University Press, 2003.
- [7] Б. Ю. Кригер. *α LGQV, том I*. Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.19027460.
- [8] Б. Ю. Кригер. *The Elastic Vacuum: A Sequestering Mechanism for Vacuum Energy and the Complete Dynamical History of Cosmic Expansion*. Препринт программы α LGQV, 2026.
- [9] Б. Ю. Кригер. *Topology of QCD and Isotopology* (том V). Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.20370383.

[10] Б. Ю. Кригер. *Information Substrate Theory* (том VII). Zenodo. DOI: 10.5281/zenodo.20483632.