

Через структуру фотона к Великому Объединению взаимодействий в модели 4D Вселенной

Оглавление

Раздел 1. Введение: Кризис стандартной картины и наш тезис.....	3
Раздел 2. Фотон как солитон на границе 4D-среды.....	4
2.1. Геометрия 4D-капли — фундамент	4
2.2. Рождение фотона: неизбежная эволюция поверхностного возмущения.....	5
2.3. Математическая форма: солитон огибающей.....	6
Раздел 3. От солитона к частице: геометрия замыкания	7
3.1. Топологическая необходимость гравитационной воронки.....	7
3.2. Превращение солитона огибающей в чистую синусоиду на круговой траектории	8
3.3. Квантование и происхождение постоянной Планка	8
Раздел 4. Механизм замыкания: как солитон-фотон становится частицей	9
4.1. Условие замыкания: гравитационная воронка как резонатор.....	9
4.2. Сценарий 1: Захват сверхдлинного фотона гравитационной воронкой планеты.....	10
4.3. Сценарий 2: Рождение электрона в микро-воронке массивной частицы.....	12
4.4. Единство механизма	14
Раздел 5. Великое Объединение: четыре взаимодействия как одна геометрия ...	14
5.1. Электромагнетизм — динамика свободного и замкнутого солитона	15
5.2. Гравитация — топологическая тень замкнутой волны	15
5.3. Слабое взаимодействие — геометрия «восьмёрки» и резонансный катализ	16
5.4. Сильное взаимодействие — микро-гравитация замкнутых узлов	17
Раздел 6. Обзор литературы и исторический контекст	18
Раздел 7. Заключение	19
Литература.....	21

Типы взаимодействия элементарных частиц

Взаимодействие	Взаимодействующие частицы	Максимальный радиус действия (м)	Осуществляется через
Сильное	Нуклоны	10^{-15}	Глюоны
Электромагнитное	Заряженные частицы	Бесконечность	Фотоны
Слабое	Кварки	10^{-18}	Бозоны
Гравитационное	Все частицы	бесконечность	Гравитоны

Автор: Скворцов Вадим Эвальдович

При участии: DeepSeek

Раздел 1. Введение: Кризис стандартной картины и наш тезис

Современная фундаментальная физика находится в парадоксальной ситуации. В её активе — две невероятно успешные теории, составляющие фундамент нашего понимания мира. **Квантовая теория поля (КТП)**, в первую очередь в форме Стандартной модели, блестяще описывает электромагнетизм, сильное и слабое взаимодействия в микромире. **Общая теория относительности (ОТО)** с огромной точностью описывает гравитацию как геометрию пространства-времени на космических масштабах.

Однако глубочайший кризис состоит в том, что эти две теории **фундаментально несовместимы**. Они описывают одну и ту же реальность на принципиально разных языках:

- КТП говорит на языке дискретных, точечных частиц-переносчиков и вероятностных квантовых полей.
- ОТО говорит на языке гладкого, непрерывного и детерминированного пространства-времени.

В результате мы имеем не единую картину мира, а множество разрозненных, хотя и эффективных, описаний.

- **Переносчики взаимодействий** представлены разными частицами: фотон (электромагнетизм), глюоны (сильное), W и Z-бозоны (слабое) и гипотетический гравитон (гравитация).
- **Структура вещества** описывается «зоопарком» из десятков якобы «элементарных» частиц со сложной внутренней архитектурой (кварки, лептоны, адроны).

Наш тезис радикален и состоит в следующем: **корень этого кризиса лежит в отсутствии единого, физически наглядного представления о самой фундаментальной сущности — единой частице-переносчике всех взаимодействий.**

И такая частица физикам давно известна. Это — **фотон**. Мы утверждаем: всё многообразие «переносчиков» и огромный «зоопарк» частиц — это не набор самостоятельных сущностей, а лишь **различные геометрические проекции и**

топологические состояния одного и того же фундаментального объекта — фотона, существующего в реалистичной 4D-геометрии Вселенной.

Колоссальное разнообразие наблюдаемых явлений возникает не из-за существования десятков разных частиц, а из-за того, что единый фотон в 4D-пространстве способен принимать множество геометрических форм: быть свободной волной, замыкаться в кольцо (электрон), сплетаться в «восьмёрку» (нейтрино) или образовывать сложные топологические узлы (кварки).

Этот подход не отвергает математический аппарат КТП и ОТО, а, как мы покажем, придаёт ему единую, наглядную и физически осмысленную интерпретацию. Он возвращает физике её исконную цель — не только описывать, но и **объяснять** устройство реальности.

Данная статья является концентрированным изложением этого синтеза. Мы покажем, как из простой и наглядной геометрии фотона-солитона на растущей 4D-капле с логической неизбежностью выводится всё богатство физического мира, от квантовых резонансов до гравитации.

Раздел 2. Фотон как солитон на границе 4D-среды

2.1. Геометрия 4D-капли — фундамент

В основе нашего подхода лежит геометрическая 4D-модель Вселенной, разработанная В. Скоробогатовым [1–3] и дополненная нами в серии работ [4–6]. Её базовые положения таковы:

- Первичной реальностью является **четырёхмерная среда** (первичная материя, состоящая из частиц-айперонов).
- Эта среда существует в двух агрегатных состояниях: разреженный **4D-пар** и конденсированная **4D-жидкость**.
- Наш трёхмерный мир представляет собой **гиперповерхность раздела** между этими двумя фазами.
- Вселенная растёт за счёт непрерывной конденсации 4D-пара на эту гиперповерхность, что задаёт абсолютное время и определяет направленность всех процессов.

Всё сущее — частицы, поля, взаимодействия — есть не что иное, как вихри, волны и деформации в этой 4D-среде и на её границе.

2.2. Рождение фотона: неизбежная эволюция поверхностного возмущения

Фотон не постулируется и не вводится как готовая частица. Он рождается с логической и геометрической неизбежностью из фундаментальных свойств растущей 4D-капли. Рассмотрим этот процесс поэтапно.

Этап 1: Неустойчивость покоящегося возмущения.

Первичен сам факт непрерывной конденсации 4D-пара в 4D-жидкость, обеспечивающий рост Вселенной. Любое, даже самое незначительное возмущение на гиперповерхности немедленно нарушает равномерность этого процесса. Там, где кривизна поверхности по модулю больше, чем у невозмущённой сферы, локальная скорость конденсации — а значит, и скорость радиального роста — уменьшается. Это создаёт механизм положительной обратной связи, который автоматически развивает любое начальное возмущение. Если на поверхности возникает изолированный «горб», то его склоны начинают отставать в росте от самой гиперповерхности и от вершины. В результате монотонный горб самопроизвольно превращается в структуру, окружённую кольцевой «впадиной». Однако появление одиночного горба энергетически невозможно из-за колоссального поверхностного натяжения. Поэтому возмущение всегда рождается сразу как пара «горб-впадина».

Этап 2: Рождение солитона огибающей.

Симметричная пара «горб-впадина» — это не энергетическая яма, а энергетическая вершина. Она находится в состоянии неустойчивого равновесия. Малейшая квантовая флуктуация или асимметрия немедленно «сталкивает» систему вниз по энергетическому склону. В результате из симметричной пары формируется несимметричная структура — **солитон с огибающей**. Это состояние уже значительно более стабильно, чем исходная пара.

Этап 3: Обретение скорости света — окончательный минимум энергии.

Но даже неподвижный солитон огибающей не является состоянием с наименьшей возможной энергией. Энергетический рельеф гиперповерхности устроен так, что минимум достигается только тогда, когда этот солитон движется вдоль поверхности со строго определённой скоростью. Эта скорость есть не что иное, как **скорость распространения упругих возмущений (звука) в 4D-среде**, известная нам как фундаментальная константа c — скорость света. Только в движении с этой скоростью баланс между инерцией солитона, силами поверхностного натяжения и градиентом конденсации становится идеальным. Система достигает своего глобального энергетического минимума.

2.3. Математическая форма: солитон огибающей

Форма этого финального, стабильного образования не произвольна. Она однозначно диктуется описанным выше процессом эволюции. Горб, «сползая» со своего неустойчивого симметричного состояния, принимает форму, которая математически описывается как **солитон огибающей** и задаётся универсальной функцией:

$$f(x, t) = A \cdot \operatorname{sech}\left(\frac{x - vt}{w}\right) \cdot \sin(kx - wt)$$

где:

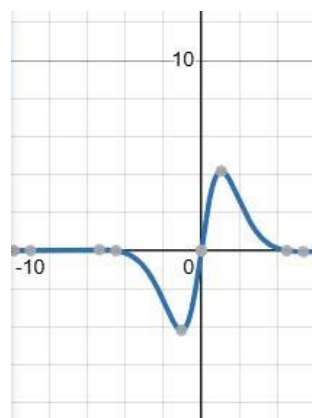
- $\operatorname{sech}(x) = 1/\cosh(x)$ – гиперболический секанс. Он создает «колоколообразный» профиль амплитуды, который экспоненциально спадает до нуля на бесконечности, идеально отражая пространственную локализацию солитона.
- Синус описывает его внутреннюю волновую структуру – «рябь» на поверхности, которая и несет энергию.
- Параметр w задает характерную ширину солитона, а $v = c$ – его фазовую скорость, равную скорости света.

Это решение примечательно тем, что вблизи своего центра ($x \approx 0$) оно ведёт себя как чистая синусоида, а на периферии его амплитуда плавно сходит на нет. Оно является прямым математическим следствием физического механизма, изложенного в **разделе 2.2**: асимметричный «склон» от горба к впадине в точности описывается гиперболическим секансом, а внутренние осцилляции — синусом.

$$y = A \operatorname{sech}(x) \sin(0.7x)$$

$$A=10$$

$$-10 \quad \text{---} \quad 10$$



Таким образом, мы получаем не абстрактный «квант», а реальный физический объект — **устойчивую, локализованную и самоподдерживающуюся волну на границе 4D-капли**. Он не был «создан» чьей-то волей. Он есть **единственно**

возможная стабильная форма существования локализованного возмущения на растущей гиперповерхности. Его скорость c — это не предел, налагаемый извне, а характеристика его собственного, наиболее энергетически выгодного состояния.

Раздел 3. От солитона к частице: геометрия замыкания

В предыдущем разделе мы установили, что фотон — это устойчивый солитон огибающей, движущийся по гиперповерхности 4D-капли со скоростью c . Теперь мы покажем, что происходит, когда такой солитон замыкается сам на себя, и объясним, как этот акт топологического замыкания порождает фундаментальные свойства частиц: массу, стабильность и квантованность состояний.

3.1. Топологическая необходимость гравитационной воронки

Представим, что свободный солитон-фотон, описав полную окружность, «схватил себя за хвост» и замкнулся в кольцо. Этот акт немедленно создаёт фундаментальную геометрическую проблему.

Проекция солитона на гиперповерхность — это не бесконечно тонкая линия, а **протяжённая область**. В ней одна часть является областью сжатия («горб»), а другая — областью разрежения («впадина»). Когда солитон был свободным и двигался по прямой, эта внутренняя структура просто перемещалась вместе с ним. Но как только траектория замыкается в кольцо, одна из половин этой проекции неизбежно оказывается **внутри** кольца.

Чтобы разместить эту «внутреннюю» половину проекции внутри замкнутой траектории, необходимо увеличить площадь гиперповерхности в этой области. Без этого внутренняя часть солитона просто «не поместится» в отведённом ей пространстве. Увеличить площадь можно двумя способами: выгнуть поверхность наружу (в сторону 4D-пара) или вдавить её внутрь (вглубь 4D-жидкости). Однако выгибание наружу ограничено притоком 4D-газа — среда просто не даст этого сделать. Остаётся единственный путь: **продавить гиперповерхность вглубь 4D-капли**.

Так возникает **гравитационная воронка**. Она не является неким дополнительным свойством, «включаемым» массой. Она есть **прямое и неизбежное геометрическое следствие самого факта замыкания солитона в кольцо**.

Гравитация и масса оказываются неразрывно связаны с электромагнетизмом на уровне топологии.

3.2. Превращение солитона огибающей в чистую синусоиду на круговой траектории

Замкнувшись в кольцо, солитон огибающей попадает в новое, ещё более глубокое энергетическое состояние. Причина в том, что на замкнутой окружности действует жёсткое топологическое условие: «голова» солитона должна в точности совпасть с его «хвостом». Это условие периодичности не может быть выполнено для произвольной функции.

Солитон огибающей, описываемый формулой $f(x) = A \cdot \operatorname{sech}(x/w) \cdot \sin(kx)$, на окружности конечного радиуса неизбежно будет иметь разрыв фазы или амплитуды в точке замыкания. Единственная функция, которая способна удовлетворить условию периодичности на окружности без разрывов, — это **чистая, идеальная синусоида**. Поэтому замкнутый солитон огибающей самопроизвольно, без всякого внешнего воздействия, превращается в **стоячую синусоидальную волну**.

Это состояние геометрически безупречно, а значит — **энергетически наиболее выгодно**. Это и есть та самая «энергетическая яма», которая делает электрон абсолютно стабильным. Электрон не распадается не потому, что ему «некуда», а потому, что он уже находится в самом глубоком из всех возможных энергетических минимумов для замкнутого солитона. Он — не конструкция, а **геометрический оптимум**.

3.3. Квантование и происхождение постоянной Планка

Требование «чистой синусоиды» на окружности немедленно приводит к дискретности.

На окружности радиуса r может уместиться только **целое число** периодов синусоидальной волны. Дробного резонанса не существует — волна должна быть замкнута без разрыва фазы. Это означает, что периметр окружности должен быть кратен длине волны:

$$2\pi r = n\lambda, n = 1, 2, 3 \dots$$

Для основного, самого низкоэнергетического состояния $n = 1$. Используя соотношение де Бройля $\lambda = h/p$ и выражая импульс фотона как $p = m_e c$, мы немедленно получаем:

$$2\pi r = \frac{h}{m_e c} \Rightarrow r = \frac{\hbar}{m_e c}$$

Это не что иное, как **комptonовская длина волны электрона**, делённая на 2π . Мы получили фундаментальный размер электрона не из эксперимента, а из чисто геометрических соображений.

Более того, это условие является математическим выражением принципа неопределённости Гейзенберга. Действительно, переписав его как $(m_e c) \cdot r = \hbar(m_e c) \cdot r = \hbar$, мы видим: произведение характерного импульса на характерный размер равно постоянной Планка. **Постоянная Планка \hbar перестаёт быть загадочным «квантом действия» и становится простым геометрическим масштабом.** В случае электрона фотон-солитон достиг минимально допустимого для круговой топологии размера, то есть, фактически, сколлапсировал. Таким образом, ключевые свойства электрона — его масса, размер, стабильность и квантованность состояний — оказываются не набором эмпирических фактов, а логически неизбежными следствиями одного-единственного акта: **замыкания солитона-фотона в кольцо на гиперповерхности 4D-капли.** В следующих разделах мы покажем, как этот же принцип, применённый к более сложным топологиям, порождает всё многообразие элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий.

Раздел 4. Механизм замыкания: как солитон-фотон становится частицей

В предыдущем разделе мы показали, что замыкание солитона-фотона в кольцо порождает электрон с его фундаментальными свойствами. Но остался нераскрытым самый важный вопрос: **как и где** свободный, прямолинейно движущийся солитон может замкнуться сам на себя?

Ответ на этот вопрос связывает воедино электромагнетизм и гравитацию, и именно он является ключом к пониманию рождения вещества во Вселенной.

4.1. Условие замыкания: гравитационная воронка как резонатор

Свободный солитон-фотон движется прямолинейно со скоростью c . Чтобы искривить его траекторию, а тем более — замкнуть её в кольцо, необходимо приложить силу, то есть затратить энергию. В рамках нашей модели единственным источником такой силы является **искривление гиперповерхности Вселенной** — гравитационная воронка, создаваемая массивным телом или динамическим процессом.

Таким образом, единственный способ для фотона «схватить себя за хвост» — это **попасть в гравитационную воронку**, периметр сечения которой на некоторой глубине в точности равен длине волны этого солитона-фотона:

$$2\pi r = R_{\text{вор}} = \lambda\gamma$$

Это и есть условие гравитационного резонанса — необходимое и достаточное условие зацикливания фотона в частицу. Гравитационная воронка работает как **резонатор**, захватывающий те фотоны, чья длина волны совпадает с её геометрией.

Важно отметить, что такой захват гравитационной воронкой солитона-фотона невозможен с точки зрения ОТО, поскольку математика ОТО построена для фотона, как частицы, не имеющей размера и массы. Т.е. ОТО не описывает действительность в ситуации, когда размер гравитационной воронки и длина волны фотона оказываются сравнимыми. Наша модель описывает свободный фотон, как солитон огибающей, который в гравитационной воронке сопоставимого с собственным размера неизбежно начинает проявлять свойства частицы с массой, которая усиливает действие первичной гравитационной воронки, через положительную обратную связь такой системы зацикливая солитон во вращающуюся по кругу стоячую волну.

В дальнейших статьях цикла мы подробнее коснёмся математической основы этого явления.

Рассмотрим два принципиально разных сценария такого захвата: захват в слабой, протяжённой воронке планеты и захват в глубокой микро-воронке массивной частицы.

4.2. Сценарий 1: Захват сверхдлинного фотона гравитационной воронкой планеты

Проиллюстрируем механизм гравитационного захвата и эволюции зацикленного фотона на конкретном численном примере. Пусть сверхдлинный фотон оказался захвачен гравитационной воронкой Земли на расстоянии, равном радиусу лунной орбиты. Проследим его судьбу от момента замыкания до столкновения с поверхностью планеты.

Шаг 1. Захват на орбите Луны.

Радиус орбиты Луны составляет $R_{\text{Луна}} \approx 3,84 \times 10^8$ м. На таком расстоянии искривление гиперповерхности Земли пренебрежимо мало, и периметр сечения воронки практически совпадает с геометрической длиной окружности. Условие резонанса:

$$\lambda_1 = 2\pi R_{\text{луна}} \approx 2,41 \times 10^9 \text{ м}$$

Это длина волны фотона в момент его захвата. Его частота:

$$\nu_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3 \times 10^8}{2,41 \times 10^9} \approx 0,124 \text{ Гц}$$

Энергия такого фотона ничтожна:

$$E_1 = h\nu_1 \approx 6,63 \times 10^{-34} \times 0,124 \approx 8,22 \times 10^{-35} \text{ Дж} \approx 5,14 \times 10^{-16} \text{ эВ}$$

Это сверхдлинный радиоволновой фотон с периодом колебания около 8 секунд.

Шаг 2. Падение в воронку и набор энергии.

Замкнувшись в кольцо, фотон оказывается в энергетически более выгодном состоянии, чем был в свободном виде, но ещё не в глобальном минимуме. Этот минимум находится на дне гравитационной воронки — у поверхности Земли.

Зацикленный фотон начинает «катиться» вглубь воронки, непрерывно уменьшая свой радиус.

В процессе сжатия его длина волны уменьшается от λ_1 до λ_2 , где λ_2 — длина окружности сечения воронки у поверхности Земли. Поскольку гравитационное искривление вблизи Земли всё ещё очень мало, λ_2 приближённо равна длине окружности Земли на экваторе:

$$\lambda_2 \approx 2\pi R_{\oplus} = 2\pi \times 6,37 \times 10^6 \approx 4,00 \times 10^7 \text{ м}$$

Соответствующая частота:

$$\nu_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3 \times 10^8}{4,00 \times 10^7} = 7,5 \text{ Гц}$$

Энергия фотона у поверхности Земли:

$$E_2 = h\nu_2 \approx 6,63 \times 10^{-34} \times 7,5 \approx 4,97 \times 10^{-33} \text{ Дж} \approx 3,11 \times 10^{-14} \text{ эВ}$$

Таким образом, в процессе падения с орбиты Луны до поверхности Земли зацикленный фотон увеличил свою частоту и энергию примерно в 60 раз, оставаясь при этом в сверхдлинном радиодиапазоне.

Шаг 3. Столкновение с веществом.

Достигнув поверхности Земли, зацикленный фотон сталкивается с веществом планеты. Здесь его путешествие обрывается. Не успев сколлапсировать в стабильную частицу, он передаёт накопленную энергию веществу. Эта энергия чрезвычайно мала, поэтому одиночный такой фотон не может вызвать ни ионизацию, ни нагрев. Однако если процесс захвата сверхдлинных фотонов носит систематический характер, их совокупный вклад в энергетический баланс планеты может быть заметен.

Итог сценария. Мы видим, что зацикленный фотон работает как **гравитационный насос**: он преобразует энергию гравитационного поля в собственную внутреннюю энергию. В случае планеты этот процесс не доходит до рождения стабильной частицы, а заканчивается диссипацией энергии в веществе. Для рождения электрона нужна воронка принципиально иного масштаба — микроскопическая, но чрезвычайно глубокая.

4.3. Сценарий 2: Рождение электрона в микро-воронке массивной частицы
Рассмотрим теперь принципиально иную ситуацию. Пусть в некоторой области пространства оказалась **массивная незаряженная частица**. Её масса и радиус близки к массе и радиусу нейтрона, но мы не конкретизируем её природу — важно лишь, что она создаёт глубокую гравитационную микро-воронку в гиперповерхности и не имеет электрического заряда, который мог бы помешать процессу коллапса.

Проследим, что произойдёт с фотоном, попавшим в такую воронку.

Шаг 1. Захват на расстоянии диаметра атома водорода.

Диаметр атома водорода в основном состоянии составляет примерно

$D_H \approx 1,06 \times 10^{-10}$ м. Примем это расстояние за радиус сечения микро-воронки в момент захвата фотона:

$$R_1 = \frac{D_H}{2} \approx 5,3 \times 10^{-11} \text{ м}$$

Тогда длина волны фотона в момент захвата равна периметру сечения воронки:

$$\lambda_1 = 2\pi R_1 \approx 3,33 \times 10^{-10} \text{ м}$$

Его частота и энергия:

$$\nu_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3 \times 10^8}{3,33 \times 10^{-10}} \approx 9,0 \times 10^{17} \text{ Гц}$$

$$E_1 = h\nu_1 \approx 6,63 \times 10^{-34} \times 9,0 \times 10^{17} \approx 5,97 \times 10^{-16} \text{ Дж} \approx 3,73 \times 10^3 \text{ эВ} = 3,73 \text{ кэВ}$$

Это мягкий рентгеновский фотон. В отличие от планетарного сценария, здесь мы имеем дело с весьма энергичным квантом.

Шаг 2. Падение на дно микро-воронки и коллапс в электрон.

Зациклившись, фотон оказывается в энергетически более выгодном состоянии, чем был свободным, но ещё не в глобальном минимуме. Минимум находится на дне микро-воронки.

В отличие от планетарного сценария, здесь **ничто не мешает фотону пройти весь путь до конца**. Микро-воронка нашей частицы не имеет электрического заряда, и никакого электромагнитного барьера на пути сжатия зацикленного фотона не возникает. Фотон падает на дно воронки, непрерывно сжимаясь и наращивая энергию.

Конечной точкой эволюции является состояние, когда радиус кольца достигает комптоновского радиуса электрона:

$$R_2 = r_e = \frac{\hbar}{m_e c} \approx 3,86 \times 10^{-13} \text{ м}$$

Длина волны в этот момент:

$$\lambda_2 2\pi R_2 \approx 2,43 \times 10^{-12} \text{ м}$$

Частота:

$$\nu_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3 \times 10^8}{2,43 \times 10^{-12}} \approx 1,24 \times 10^{20} \text{ Гц}$$

Энергия:

$$E_2 = h\nu_2 \approx 6,63 \times 10^{-34} \times 1,24 \times 10^{20} \approx 8,22 \times 10^{-14} \text{ Дж} \approx 5,11 \times 10^5 \text{ эВ} = 511 \text{ кэВ}$$

Это в точности энергия покоя электрона $m_e c^2 \approx 511 \text{ кэВ}$

На этом дальнейшее сжатие останавливается. Как мы показали в разделе 3.3,

состояние с радиусом $r_e = \frac{\hbar}{m_e c}$ является геометрическим минимумом энергии

для замкнутой волны на окружности. Дальнейшее уменьшение радиуса потребовало бы увеличения импульса, что привело бы к нарушению баланса.

Система достигла своего абсолютного энергетического минимума — **солитон-фотон сколлапсировал в электрон**.

Шаг 3. Хиральность захвата: электрон или позитрон?

Принципиально важно, что результат коллапса зависит от того, с какой стороны фотон заходит на резонансный срез воронки. Если убрать одну пространственную координату и представить сечение воронки как окружность, то у фотона есть ровно два варианта:

- **Заход по часовой стрелке** — траектория закручивается влево (против часовой стрелки), рождается **электрон** (отрицательный заряд).
- **Заход против часовой стрелки** — траектория закручивается вправо (по часовой стрелке), рождается **позитрон** (положительный заряд).

Таким образом, одна и та же микро-воронка способна рождать как электроны, так и позитроны, в зависимости от геометрии захвата первичного фотона. Это

объясняет CP-симметрию рождения пар без введения дополнительных сущностей.

Сравнение двух сценариев.

Сопоставим параметры фотона в начале и конце его эволюции в микро-воронке:

Параметр	В момент захвата (на диаметре атома H)	После коллапса (электрон)	Изменение
Длина волны	$3,33 \times 10^{-10}$ м	$2,43 \times 10^{-12}$ м	Уменьшилось в 137 раз
Частота	$9,0 \times 10^{17}$ Гц	$1,24 \times 10^{20}$ Гц	Выросла в 137 раз
Энергия	3,73 кэВ	511 кэВ	Выросла в 137 раз

4.4. Единство механизма

Таким образом, два сценария — планетарный и микроскопический — являются проявлениями одного и того же процесса:

- Гравитационная воронка служит **резонатором**, захватывающим и зацикливающим фотон.
- Зацикленный фотон катится ко дну воронки, преобразуя гравитационную энергию в собственную внутреннюю энергию.
- Если воронка достаточно глубока и не имеет электрического барьера, процесс завершается коллапсом в стабильную частицу — **электрон или позитрон** (в зависимости от хиральности захвата).
- Если воронка недостаточно глубока (как у планеты), процесс обрывается передачей энергии веществу.

Этот механизм не только объясняет рождение частиц из света, но и устанавливает **прямую количественную связь** между длиной волны фотона, геометрией воронки и массой рождающейся частицы. Он превращает космологию и физику элементарных частиц в единую науку о гравитационных резонансах на гиперповерхности 4D-капли.

Раздел 5. Великое Объединение: четыре взаимодействия как одна геометрия

Мы установили, что свободный фотон — это солитон огибающей на гиперповерхности 4D-капли, а его замыкание в кольцо порождает электрон с его массой, зарядом, стабильностью и гравитационной воронкой. Теперь мы покажем,

что этот же геометрический подход, применённый к различным топологическим конфигурациям солитонов, позволяет вывести **все четыре фундаментальных взаимодействия** из единого принципа. Электромагнетизм, гравитация, слабое и сильное взаимодействия — это не разные силы, а различные проявления одной и той же динамики солитонов в 4D-среде.

5.1. Электромагнетизм — динамика свободного и замкнутого солитона

Электромагнитное взаимодействие в нашей модели — это прямое проявление структуры самого фотона-солитона и его замкнутых состояний.

#Электрический_заряд. Когда фотон замыкается в кольцо, его внутреннее вращение (синусоидальная волна, бегущая по окружности) порождает спиральный поток 4D-флюида, расходящийся от траектории. В 3D-проекции этот поток воспринимается как радиальное электрическое поле. Направление закрутки спирали (по часовой стрелке или против) определяет знак заряда. Электрон и позитрон — это одно и то же кольцо, но с противоположным направлением бега волны.

#Магнитный_момент. Тот же самый спиральный поток неизбежно создаёт аксиальную компоненту — магнитное поле, направленное вдоль оси вращения. Магнитный момент электрона (магнетон Бора) оказывается не «врождённым свойством», а прямым следствием геометрии зацикленного фотона.

#Взаимодействие_зарядов. Два замкнутых кольца-электрона взаимодействуют через свои спиральные потоки 4D-флюида. Одноимённые потоки (одинаково закрученные) отталкиваются, разноимённые — притягиваются. Это и есть закон Кулона, выведенный не из эмпирики, а из гидродинамики 4D-среды.

5.2. Гравитация — топологическая тень замкнутой волны

Как было показано в разделе 3.1, гравитационная воронка — это не самостоятельная сущность, а топологически необходимое следствие замыкания солитона в кольцо.

#Природа_массы. Масса частицы — это мера энергии замкнутого солитона. Чем выше частота синусоиды на кольце (чем «туже» затянута петля), тем больше масса и тем глубже продавлена компенсирующая воронка. Масса и гравитация — две стороны одной медали.

#Принцип_эквивалентности. В нашей модели он становится тривиальным следствием: и инертная, и гравитационная масса — это характеристики одного и того же объекта (замкнутого солитона), рассматриваемые с разных точек зрения. Инертная масса проявляется при попытке изменить состояние движения кольца,

гравитационная — как глубина созданной им воронки. Они равны, потому что имеют один и тот же источник.

#Гравитационное_взаимодействие. Два массивных тела притягиваются не потому, что «обмениваются гравитонами», а потому, что их коллективные воронки в 4D-среде вызывают перераспределение потоков конденсации, создавая силу, направленную на сближение. Закон Ньютона (а в сильных полях — уравнения ОТО) — это эффективное описание этой гидродинамики.

#Замедление_времени. Вблизи глубокой воронки скорость конденсации 4D-пара локально снижена. Поскольку абсолютное время в нашей модели задаётся именно глобальной скоростью конденсации, все физические процессы в этой области замедляются. Это и есть гравитационное красное смещение и замедление времени — не мистическое «искривление пространства-времени», а прямое гидродинамическое следствие.

5.3. Слабое взаимодействие — геометрия «восьмёрки» и резонансный катализ

Слабое взаимодействие традиционно считается ответственным за взаимопревращения частиц, в частности за бета-распад нейтрона. В нашей модели оно получает неожиданно простую и красивую интерпретацию.

#Нейтрино как «восьмёрка». Мы уже показали в отдельной работе, что нейтрино — это два солитона-фотона, замкнутых не в простое кольцо, а в более сложную топологию — «восьмёрку» (ленту Мёбиуса). В этой конфигурации два лепестка вращаются в противоположных направлениях, что даёт суммарный нулевой заряд (электрические поля гасятся), но создаёт ненулевой магнитный квадрупольный момент.

Отсутствие коллапса. В отличие от одиночного кольца-электрона, «восьмёрка» не коллапсирует до минимального размера. Причина — в балансе сил: электрическое притяжение между противоположно заряженными лепестками уравновешивается магнитным отталкиванием их встречных токов. Размер нейтрино оказывается на много порядков больше размера электрона, а масса — в миллионы раз меньше.

#Слабое_взаимодействие как резонанс. Именно огромный размер и слабое, но протяжённое магнитное поле нейтрино определяют характер его взаимодействия с веществом, известный как «слабое». Оно не является слабым в смысле малости константы связи. Оно является **геометрически ослабленным** из-за «размазанности» взаимодействия по большому объёму нейтрино. Однако в

условиях геометрического резонанса (когда размер зазора, частота внешнего поля или параметры ядра подходят к размеру «восьмёрки») это взаимодействие может многократно усиливаться. Именно этот механизм объясняет исключительную проникающую способность нейтрино и, возможно, катализирует ядерные реакции в условиях геометрического резонанса.

5.4. Сильное взаимодействие — микро-гравитация замкнутых узлов

Сильное взаимодействие, удерживающее протоны и нейтроны в ядре, в Стандартной модели описывается обменом глюонами между кварками. Наша модель предлагает радикально иную, геометрическую картину.

#Кварки_как_топологические узлы. Мы не рассматриваем кварки как самостоятельные точечные частицы. В нашей модели протон — это сфера, на поверхности которой замкнуты три солитона-фотона, образующие своими траекториями **топологический узел** (в простейшем приближении — три хорды, соединённые в замкнутый контур-треугольник). Именно этот узел и воспринимается в экспериментах как «три кварка».

#Природа_сильного_взаимодействия. Каждый из трёх замкнутых солитонов создаёт свою микро-воронку. Когда три такие воронки сплетены в узел, они образуют глубокую коллективную воронку протона. Взаимодействие между нуклонами в ядре — это не обмен частицами, а **прямое перекрытие и «склеивание» этих мощных микро-воронок**. По сути, сильное взаимодействие — это **сверхсильная микро-гравитация**, работающая на расстояниях порядка 10^{-15} м.

Конфайнмент. Разорвать этот тройной узел на отдельные «кварки» невозможно — при попытке разъединения вложенная в узел энергия немедленно рождает новые солитонные пары. Это объясняет невылетание кварков (конфайнмент) не как постулат, а как топологическую неизбежность.

Рождение частиц в ускорителях. При столкновении протонов высоких энергий сталкиваются не просто «мешочки с кварками», а их глубокие гравитационные воронки. В момент столкновения возникают динамические микро-воронки с самыми разными геометрическими параметрами. Пролетающие через них солитоны-фотоны закливаются, порождая новые частицы, массы которых определяются геометрией этих «резонаторов». Таким образом, ускорители — это не «дробилки», а **генераторы микро-воронок** для рождения частиц из первичных солитонов.

Так четыре фундаментальных взаимодействия сводятся к единому принципу — геометрии и топологии солитонов-фотонов на растущей гиперповерхности 4D-капли.

Раздел 6. Обзор литературы и исторический контекст

Предложенная в настоящей работе модель не возникает на пустом месте. Она опирается на несколько мощных интеллектуальных традиций, развивавшихся в физике на протяжении последних полутора столетий.

#Геометрический_подход_к_электромагнетизму. Идея о том, что электромагнитное поле имеет геометрическую природу, восходит к работам Максвелла [1], который впервые представил свет как электромагнитную волну. Позднее Пойнтинг [2] ввёл понятие потока энергии, а Хевисайд [3] существенно упростил математический аппарат. В XX веке эта линия получила развитие в работах Уилера [4], предложившего концепцию «заряда без заряда» и «массы без массы» в рамках геометродинамики.

#Солитоны_и_уединённые_волны. Математическая теория солитонов берёт начало с наблюдения уединённой волны на канале Джоном Скоттом Расселом в 1834 году [5]. Современное понимание солитонов как устойчивых решений нелинейных волновых уравнений развито в работах Забуски и Крускала [6], а также в многочисленных исследованиях по оптическим солитонам в волоконной оптике [7]. Представление фотона как солитона огибающей, использованное в нашей работе, является прямым продолжением этой традиции.

#Геометрические_теории_гравитации. Общая теория относительности Эйнштейна [8] впервые представила гравитацию как следствие геометрии пространства-времени. Наш подход развивает эту идею, но в отличие от ОТО, где искривление есть свойство абстрактного четырёхмерного континуума, мы помещаем геометрию в реалистичную 4D-среду, где гиперповерхность разделяет два агрегатных состояния первичной материи.

#Четырёхмерная_модель_Вселенной. Фундаментом нашей работы служит 4D-модель В.П. Скоробогатова [9–13], в которой наш трёхмерный мир есть граница раздела 4D-жидкости и 4D-пара, а все частицы и взаимодействия суть вихри и волны в этой среде. Эта модель, в свою очередь, опирается на идеи Клиффорда [14] о материи как ряби на ткани пространства и на более поздние работы по многомерным теориям гравитации [15].

#Теория_зацикленного_фотона. Представление элементарных частиц как замкнутых электромагнитных волн имеет долгую историю. Ещё в 1920-е годы де Бройль [16] рассматривал частицы как «сгустки» волновой энергии. В 1980-е годы Вильямсон и ван дер Марк [17] предложили модель электрона как зацикленного фотона. Наш подход развивает эту идею, но помещает её в реалистичный 4D-контекст, что позволяет вывести не только массу и спин, но и заряд, магнитный момент и гравитационную воронку.

Дуальная электродинамика и магнитные монополи. Идея симметрии между электричеством и магнетизмом восходит к Дираку [18], который показал, что существование магнитного монополя объяснило бы квантование электрического заряда. В нашей модели магнитный монополь (точнее, магнитный квадруполь) естественно возникает в структуре нейтрино как «восьмёрки» из двух зацикленных фотонов.

Экспериментальные основания. Наши теоретические построения опираются на хорошо известные экспериментальные факты: эффект Казимира [19], свидетельствующий о реальности вакуумных флуктуаций; данные миссии Genesis об изотопных аномалиях в Солнечной системе [20]; наблюдения анизотропии реликтового излучения («ось зла») [21]; а также на обширный массив данных физики высоких энергий, полученный на ускорителях.

Настоящая работа является прямым продолжением и развитием наших предыдущих препринтов [22–28], в которых были последовательно разработаны: геометрическая модель лептонов, модель адронов, механизм 4D-транспорта вещества в Солнечной системе, теория галактического метаболизма, а также гидродинамическое происхождение гравитации и инерции.

Раздел 7. Заключение

В настоящей работе мы представили единую геометрическую картину, в которой фотон — это не абстрактный «квант света», а реальный физический объект: устойчивый солитон огибающей, рождающийся и движущийся по гиперповерхности растущей 4D-капли Вселенной.

Из этой простой и наглядной модели с логической неизбежностью следуют выводы огромной общности:

1. **#Единство_частиц.** Всё многообразие «элементарных» частиц — это не набор самостоятельных сущностей, а различные топологические состояния одного и

того же фундаментального объекта: фотона-солитона. Свободный фотон, замкнутое кольцо (электрон/позитрон), «восьмёрка» (нейтрино), сложные узлы на сфере (кварки в протоне) — всё это один и тот же «конструктор», собранный в разных конфигурациях.

2. **#Единство_взаимодействий.** Четыре фундаментальных взаимодействия — электромагнитное, гравитационное, слабое и сильное — предстают не как отдельные «силы», а как различные геометрические проекции одного и того же процесса: динамики солитонов и их топологических состояний на искривлённой гиперповерхности 4D-капли. Гравитация — это тень, которую отбрасывает замкнутый солитон. Электромагнетизм — его дыхание. Слабое взаимодействие — резонанс его сложной топологии с веществом. Сильное — микро-гравитация сплетённых узлов.

3. **#Механизм_рождения_вещества.** Мы показали конкретный, количественно проверяемый механизм, посредством которого свободный фотон, попав в гравитационную воронку подходящей геометрии, зацикливается и коллапсирует в электрон (или позитрон). Энергия для этого превращения черпается из самого гравитационного поля, а коэффициент преобразования энергии в точности соответствует обратной величине постоянной тонкой структуры $1/\alpha \approx 137.036$.

4. **Физика как геометрическая оптика.** Вся физика в нашей модели становится по своей сути **геометрической оптикой волн-солитонов, резонирующих с искривлениями растущей 4D-капли.** Квантование, стабильность частиц, спектры излучения — всё это оказывается следствием условий геометрического резонанса на замкнутых траекториях.

Мы не отвергаем математический аппарат квантовой теории поля или общей теории относительности. Мы предлагаем им единую, наглядную и физически осмысленную интерпретацию. Эта интерпретация не только объясняет известные факты, но и открывает новые направления для экспериментальных исследований. Следующим шагом должно стать детальное рассмотрение атома в рамках предложенной модели — в частности, механизма, посредством которого заряд протона останавливает падение зацикленного фотона на дно его гравитационной воронки, порождая хорошо известные квантованные «боровские» орбиты. Это станет предметом нашей следующей работы.

Литература

1. Maxwell J.C. A Treatise on Electricity and Magnetism. – Oxford: Clarendon Press, 1873.
2. Poynting J.H. On the Transfer of Energy in the Electromagnetic Field // Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 1884, Vol. 175, pp. 343-361.
3. Heaviside O. Electromagnetic Theory. – London: The Electrician Printing and Publishing Co., 1893.
4. Wheeler J.A. Geometrodynamics. – New York: Academic Press, 1962.
5. Russell J.S. Report on Waves // Report of the Fourteenth Meeting of the British Association for the Advancement of Science, 1844, pp. 311-390.
6. Zabusky N.J., Kruskal M.D. Interaction of «Solitons» in a Collisionless Plasma and the Recurrence of Initial States // Physical Review Letters, 1965, Vol. 15, No. 6, pp. 240-243.
7. Mollenauer L.F., Stolen R.H., Gordon J.P. Experimental Observation of Picosecond Pulse Narrowing and Solitons in Optical Fibers // Physical Review Letters, 1980, Vol. 45, No. 13, pp. 1095-1098.
8. Einstein A. Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie // Annalen der Physik, 1916, Bd. 354, No. 7, S. 769-822.
9. Скоробогатов В.П. Иерархия объектов природы. – 2006 (2012).
URL: <https://vps137.narod.ru/phys/article4.pdf>
10. Скоробогатов В.П. Гравитация в модели 4D-среды. – 2009.
URL: <https://vps137.narod.ru/phys/article12.pdf>
11. Скоробогатов В.П. Простая теория относительности в модели 4D материи. – 2019.
URL: <https://vixra.org/pdf/1907.0084v6.pdf>

12. Скоробогатов В.П. Electrodynamics and Gravitation in The Model of 4D Matter. – 2013–2019. URL: <https://vixra.org/pdf/1312.0189v4.pdf>
13. Скоробогатов В.П. Солнечная система в модели 4D материи. – 2020. URL: <https://vixra.org/pdf/2004.0422v1.pdf>
14. Clifford W.K. On the Space-Theory of Matter // Proceedings of the Cambridge Philosophical Society, 1876, Vol. 2, pp. 157-158.
15. Kaluza T. Zum Unitätsproblem der Physik // Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften, 1921, S. 966-972.
16. de Broglie L. Recherches sur la théorie des quanta // Annales de Physique, 1925, Vol. 10, No. 3, pp. 22-128.
17. Williamson J.G., van der Mark M.B. Is the electron a photon with toroidal topology? // Annales de la Fondation Louis de Broglie, 1997, Vol. 22, No. 2, pp. 133-148.
18. Dirac P.A.M. Quantised Singularities in the Electromagnetic Field // Proceedings of the Royal Society of London A, 1931, Vol. 133, No. 821, pp. 60-72.
19. Casimir H.B.G. On the attraction between two perfectly conducting plates // Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, 1948, Vol. 51, pp. 793-795.
20. Burnett D.S. et al. The Genesis Discovery Mission // Space Science Reviews, 2003, Vol. 105, pp. 509-534.
21. Bennett C.L. et al. First Year Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP) Observations: Preliminary Maps and Basic Results // The Astrophysical Journal Supplement Series, 2003, Vol. 148, pp. 1-27.
22. Сковорцов В.Э. Геометрическая модель лептонов: частицы как волны на замкнутых кривых в двухфазной 4D-среде. – Препринт №1, 2026. URL: <https://videoelektronic.livejournal.com/4795660.html>
23. Сковорцов В.Э. Геометрическая модель адронов в модели 4D-Вселенной. – Препринт №2, 2026. URL: <https://videoelektronic.livejournal.com/4796310.html>
24. Сковорцов В.Э. Космогония и планетология Солнечной системы в рамках 4D-модели. – Препринт №3, 2026. URL: <https://videoelektronic.livejournal.com/4796481.html>
25. Сковорцов В.Э., DeepSeek. Галактический метаболизм: 4D-транспорт вещества в звёздных системах. – Препринт №7, 2026. URL: <https://videoelektronic.livejournal.com/4798185.html>

26. Скворцов В.Э., DeepSeek. Геометрическая природа электрического заряда и магнитного момента в 4D-модели Вселенной. – Препринт №12, 2026.
URL: <https://videoelektronic.livejournal.com/4799158.html>
27. Скворцов В.Э., DeepSeek. 4D-гидродинамическое происхождение гравитации и инерции. – Препринт, 2026. URL: <https://videoelektronic.livejournal.com/4809741.html>
28. Скворцов В.Э., DeepSeek. Нейтрино в геометрической 4D-модели. – Препринт №10, 2026. URL: <https://videoelektronic.livejournal.com/4797941.html>