

Мембраны и зеркала Общей Теории Относительности

Л.Б. Борисова, кандидат физико-математических наук

Цель доклада — построение базового пространства для объяснения результатов экспериментов в макро- и микромире, интерпретация которых выходит за рамки современной теории пространства-времени. В качестве исходной базы выбрано четырёхмерное псевдориманово пространство с сигнатурой $(+ - - -)$, или пространство-время Общей Теории Относительности (ОТО). **Методика построения:** 1) интерпретация результатов экспериментов в рамках ОТО в тех пределах, где это возможно; 2) построение обобщённого пространства для объяснения результатов, не укладывающихся в рамки ОТО; 3) определение возможных каналов путей перехода вещества из пространства-времени за его пределы. **Использованы результаты:** 1) наблюдений Н.А. Козыревым прошлого, настоящего и будущего состояний астрономических объектов; 2) экспериментов в микромире А. Рича, Д. Гидлея, Б.М. Левина, обнаруживших условия, при которых наблюдаются аномалии аннигиляции ортопозитрония. Связующее звено — математическая модель, построенная для объяснения результатов Козырева и оказавшаяся также полезной для понимания результатов экспериментов с объектами микромира, необъяснимых в рамках стандартной квантовой электродинамики (КЭД).

Суть опытов Козырева состоит в регистрации сигнала неизвестной природы, передающегося **мгновенно** и двух сигналов того же типа, распространяющихся **со скоростью света**. Наблюдения велись с помощью 50-дм телескопа, в котором окуляр был заменён специальным датчиком — резистором. Он реагировал на 3 точки на небе: 1) совпадающую с видимым (прошлым) изображением звезды; 2) расположенную там, где звезда находится в настоящий момент времени — истинное положение; 3) расположенную симметрично видимому образу относительно истинного — будущий образ. При этом сопротивление датчика уменьшается, то есть излучение носит *негэнтропийный* характер (уменьшается мера беспорядка). Излучение не подвержено рефракции: **изображения звёзд располагаются на небе таким образом, будто она отсутствует**. Козырев провёл аналогичные наблюдения для протяжённых объектов: двух галактических шаровых скоплений в Водолее и Геркулесе и для другой галактики — туманности Андромеды. Тройственность изображений сохранилась, а излучение уменьшалось от краёв объекта к его центру, что, наряду с отсутствием воздействия рефракции, указывает на неэлектромагнитную природу воздействия (световое излучение протяжённых объектов увеличивается от краёв к центру). Эффект сохранялся и в случае, если объектив телескопа был закрыт дюралевой крышечкой толщиной 2 мм. Козырев интерпретировал тройственные изображения звёзд, созданные излучением неэлектромагнитной природы, как информацию о прошлом, настоящем и будущем состоянии объектов [1,2]. Возможность регистрировать сигнал от видимого (прошлого) образа соответствует концепции ОТО, в рамках которой существует **близкодействие** — передача сигнала с конечной скоростью. Но возможность наблюдения истинных положений звёзд приводит к картине Вселенной, где взаимодействия между объектами осуществляются **мгновенно**. Формально это означает **дальнодействие**, которому в современной науке нет места. Возможность регистрации сигнала из будущего формально соответствует «отражённому» близкодействию, что соответствует концепции зеркальной Вселенной, существование которой допускается некоторыми учёными в связи с необходимостью объяснения ряда экспериментов с микрообъектами [3–7].

Цель работы — построение модели Вселенной, допускающей **существование** прямого и отражённого близкодействия и дальнодействия. Результаты Козырева

интерпретировались в рамках представлений ОТО, математическая базой которой определяется законоопределённой метрикой:

$$ds^2 = g_{\alpha\beta} dx^\alpha dx^\beta, g = \det(g_{\alpha\beta}) < 0, \alpha, \beta = 0, 1, 2, 3.$$

Элементарный четырёхмерный интервал (расстояние) ds между двумя любыми точками не зависит от выбора системы отсчёта. В каждой его точке пространства-времени существует конус, определяемый условием [8]:

$$g_{\alpha\beta} x^\alpha x^\beta = 0.$$

Верхняя половина — конус будущего, нижняя — прошлого. Прошлое **автоматически** переходит в будущее через мировую точку «нуль» — момент настоящего. Частицы внутри конуса движутся с досветовыми скоростями, обладают ненулевой массой покоя m_0 и относятся к типу материи, называемой *вещество*. При движении относительно системы отсчёта частицы вещества имеют релятивистскую массу $m = m_0 / (1 - V^2/c^2)^{1/2}$, зависящую от скорости. При $V = c$ релятивистская масса стремится к бесконечности, т.е. в ОТО существует *световой барьер*. Геометрически — это образующие конуса, траектории светоподобных частиц, для которых $m_0 = 0$, но $m \neq 0$. Частицы вещества движутся вдоль траекторий вещественной длины ($ds^2 > 0$), светоподобные — вдоль особых (*изотропных*) линий, для которых $ds^2 = 0$. За световым барьером находятся гипотетические *таххионы* (от греч. *tachys* — быстрый). Они обладают мнимой релятивистской массой и движутся вдоль траекторий мнимой длины: $ds^2 < 0$. С формальной точки зрения то, что для нас пространство, для тахионов — время, и наоборот. Поэтому и говорят о невозможности движения со сверхсветовыми скоростями, так как движение для тахионов есть перемещение во времени.

Для объяснения регистрации прямого и отражённого близкого действия в качестве базы было взято искривлённое пространство-время, а в качестве математического аппарата — теория физических наблюдаемых (хронометрических инвариантов — х.и.) А.Л. Зельманова [9]. Во-первых, х.и. являются более тонким инструментом, чем обычный тензорный аппарат ОТО, во-вторых, они применимы не только для римановой, но и для любой метрической геометрии. Суть теории физических наблюдаемых состоит в построении величин, инвариантных относительно преобразований временной координаты (*хронометрически инвариантных*), т.е. не зависящих от выбора часов. **Пример:** показания маятниковых часов зависят от выбора места наблюдения (величины ускорения свободного падения), а пружинные — не зависят. С математической точки зрения необходимость построения х.и. величин обусловлена тем, что в искривлённом пространстве-времени ОТО, в отличие от плоского пространства-времени СТО, компоненты тензоров с верхними, нижними и смешанными индексами имеют разные значения. Возникает проблема, какие из них следует считать наблюдаемыми. Формально х.и. — проекции четырёхмерных тензоров на время и трёхмерное пространство. Проецирование на время осуществляется путём свёртывания тензорных индексов с *монадой* — единичным вектором 4-скорости $b^\alpha = dx^\alpha/ds$, задающим систему отсчёта (СО) наблюдателя. Если СО фиксирована (наблюдатель покоится относительно неё), то пространственные сечения $x^i = \text{const}$, ($i = 1, 2, 3$), следовательно $b^0 = 1/(g_{00})^{1/2}$, $b^i = 0$. Свёртывание интервала идеального времени $dt = dx^0/c$ с вектором монады в фиксированной СО даёт интервал физически наблюдаемого (х.и.) времени

$$d\tau = (1 - w/c^2) dt - (v_i dx^i)/c^2.$$

Здесь $w = c^2[1 - (g_{00})^{1/2}]$ — гравитационный потенциал, $v_i = c g_{0i}/(g_{00})^{1/2}$ — скорость вращения 3-пространства [9].

Оператор проецирования на пространство определяется как четырёхмерный симметричный тензор

$$h_{\alpha\beta} = -g_{\alpha\beta} + h_\alpha h_\beta, h^{\alpha\beta} = -g^{\alpha\beta} + b^\alpha b^\beta.$$

В 3-пространстве сопутствующей СО тензор $h_{ik} = -g_{ik} + (v_i v_k)/c^2$, $h^{ik} = -g^{ik}$ обладает свойствами фундаментального метрического тензора, поэтому с его помощью можно поднимать и опускать индексы х.и. величин [9]. Четырёхмерный пространственно-временной интервал $ds^2 = g_{\alpha\beta} dx^\alpha dx^\beta$ в терминах х.и. принимает вид:

$$ds^2 = c^2 d\tau^2 - d\sigma^2, d\sigma^2 = h_{ik} dx^i dx^k.$$

Его можно также преобразовать к виду

$$ds^2 = c^2 d\tau^2 (1 - V^2/c^2), \quad V^2 = h_{ik} V^i V^k, \quad V^i = dx^i/d\tau,$$

где V^i — х.и. скорость. Тогда

$$ds = cd\tau(1 - V^2/c^2)^{1/2}.$$

Математической моделью пространства физических наблюдаемых является неголономное многообразие Схоутена [10], структуру которого Зельманов использовал при построении своей теории. Зельманов доказал очень важную теорему, смысл которой состоит в следующем: **в применении к пространству-времени неголономность 3-пространства проявляется как его вращение**, а также построил х.и. тензор неголономности пространства A_{ik} [9]:

$$A_{ik} = (1/2)(dv_i/dx^i - dv_i/dx^k) + (1/2c^2)(F_i v_k - F_k v_i), \quad F_i = c^2/(c^2 - w) (dw/dx^i - dv_i/dt),$$

где F_i — вектор гравитационно-инерциальной силы. Точная формулировка теоремы: **условие $A_{ik} = 0$ есть необходимое и достаточное условие голономности пространства. При этом все компоненты $g_{oi} = 0$** [9]. Тензор A_{ik} есть тензор угловой скорости вращения пространства. Линейную скорость вращения можно выразить в виде: $v_i = \Omega_i^k x^k$, Ω_i^k — угловая скорость вращения пространства. В условиях равномерного вращения вокруг одной из осей (например, $x^3 = z$) величины v_i принимают вид: $v_1 = \Omega y$, $v_2 = -\Omega x$, где $\Omega = const$ — угловая скорость вращения пространства.

Важной характеристикой частицы является 4-вектор импульса $P^\alpha = m_0(dx^\alpha/ds) = (m/c)(dx^\alpha/d\tau)$, $P_\alpha P^\alpha = (m_0)^2$. Двойственность формы записи P^α имеет место лишь для частиц с $m_0 \neq 0$. Для светоподобных частиц $ds = 0$, поэтому для них $P^\alpha = (m/c)(dx^\alpha/d\tau)$. Последнее выражение для P^α получено с использованием выражения для интервала ds . Найдём проекции P^α на время и пространство для массовых ($m_0 \neq 0$) и светоподобных ($m_0 = 0$) частиц. В сопутствующей наблюдателю СО наблюдаемыми являются компоненты $P^0/(g_{00})^{1/2}$ и P^i ¹. Важным промежуточным результатом при проецировании является выражение для временной компоненты 4-скорости [11]:

$$dx^0/ds = 1/(1 - V^2/c^2)^{1/2} (dt/d\tau).$$

Величина $dt/d\tau$ вычисляется из условия постоянства квадрата монады $b_\alpha b^\alpha = 1$ как корни квадратного уравнения $g_{\alpha\beta} (dx^\alpha/ds)(dx^\beta/ds) = 1$, записанного покомпонентно, и имеет один и тот же вид для массовых и светоподобных частиц [11]:

$$(dt/d\tau)_{1,2} = (v_i V^i \pm c^2)/(c^2 - w).$$

Ход идеального времени относительно наблюдаемого является: 1) прямым, если $dt/d\tau > 0$, 2) обратным при $dt/d\tau < 0$, 3) время останавливается, если $dt/d\tau = 0$. Определим обычный мир как пространство с прямым ходом времени, а его зеркальное отражение — как мир с обратным ходом времени (случай 3 будет детально исследован ниже). Математически проблема определения обычного и зеркального мира с точки зрения реального наблюдателя сводится к анализу знака числителя $v_i V^i \pm c^2$, так как знаменатель $(c^2 - w) > 0$ ². Легко видеть, что в области пространства-времени, где существуют досветовые частицы, а скорость вращения пространства v_i не превышает c , числитель может иметь как положительный, так и отрицательный знаки, следовательно, концепция зеркального мира, наряду с обычным, укладывается в рамки математической базы ОТО. Х.и. компоненты 4-вектора импульса P^α в сопутствующей СО для массовых частиц имеют вид

$$P^0/(g_{00})^{1/2} = \pm m, \quad P^i = (m/c)V^i = p^i/c,$$

где p^i — 3-импульс частицы, а знаки (+) и (−) при релятивистской массе означают

¹Метод нахождения х.и. компонент был разработан Зельмановым и сформулирован в виде теоремы [9]: пусть $Q_{00\dots 0}^{ik\dots p}$ составляющие мирового (четырёхмерного) тензора ранга n , все верхние значки которых отличны от нуля, а все нижние, числом m , равны нулю. Тогда величины $T^{k\dots p} = (g_{00})^{-m/2} Q_{00\dots 0}^{ik\dots p}$ образуют х.и. контравариантный (трёхмерный) тензор ранга $n - m$.

²Условие $c^2 - w = 0$ есть условие коллапса, а условие $c^2 - w < 0$ относится к области, расположенной внутри сколлапсировавшего объекта, в данном случае, исследуемой области пространства-времени, где пространство и время меняются местами. Поэтому в данном случае $c^2 - w > 0$.

принадлежность частицы к обычному миру и его зеркальному отражению, соответственно. Впервые концепция частиц с отрицательными релятивистскими массами в пространстве-времени СТО была разработана Я.П. Терлецким [12,13]. Частицы с отрицательными релятивистскими массами обитают в зеркальном мире. Не следует путать их с *античастицами*. Античастицы принадлежат нашему миру и при взаимодействии с частицей, отличающейся от неё лишь знаком заряда, превращаются в кванты соответствующего поля. Так, электрон и его античастица — позитрон при взаимодействии превращаются в кванты электромагнитного поля — фотоны. А взаимодействие частицы с её зеркальным двойником приводит к образованию частиц особого типа — виртуальных «чёрных дыр», получающихся в результате коллапса особого вида материи, состоящей из нуль-частиц, о чём речь пойдёт позднее.

Таким образом, проекции 4-импульса на время (прямой и отражённый потоки) и пространство представляют собой релятивистскую массу и 3-импульс, отнесённый к скорости света. Условие постоянства квадрата длины вектора 4-импульса в х.и. форме имеет вид:

$$P_\alpha P^\alpha = m_0^2 = m^2 - p^2/c^2, \quad p^2 = p_i p^i,$$

или в эквивалентной форме:

$$E_0^2/c^2 = E^2/c^2 - c^2 p^2, \quad E_0 = m_0 c^2, \quad E = m c^2,$$

т.е. соотношение между энергией и импульсом в ОТО.

Для светоподобных частиц х.и. компоненты имеют аналогичный вид:

$$P_0/g_{00} = \pm m, \quad P^i = (m/c)(dx^i/d\tau) = (m/c)V^i,$$

однако вследствие того, что в данном случае $V_i V^i = c^2$, соотношение между энергией и импульсом принимает вид:

$$E^2/c^2 = c^2 p^2.$$

Полученные результаты можно применить для интерпретации результатов наблюдений Козырева, а именно: **рассматривать два крайних изображения астрономических объектов как отражения центрального изображения, распространяющихся в двух направлениях во времени — прямом и обратном.** Иными словами, «прошлое» и «будущее» изображения объекта — два «зайчика», отражённых от центрального, истинного, образа и летящих со скоростью света в прямом и обратном направлениях во времени. Оба «зайчика» имеют ту же физическую природу, что и центральный образ: **не являются потоками фотонов.**

Объяснить результаты наблюдений истинных положений космических объектов оказалось возможно лишь при условии расширения математической базы ОТО, что было сделано при помощи теории физических наблюдаемых Зельманова. Для этого в качестве математической базы было построено обобщённое пространство-время, частным случаем которого является искривлённое пространство-время ОТО. Методика построения осуществлялась по схеме, аналогичной той, что использовал Козырев для объяснения своих результатов. Принципиальное отличие подходов состоит в том, что Козырев трактовал свои результаты в рамках СТО [2], а мы реализовали эту схему в рамках ОТО [11]. По Козыреву, моделью реального мира является пространство Минковского с метрикой

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dr^2 = dt^2(c^2 - u^2), \quad u^2 = u_i u^i, \quad u^i = dx^i/dt, \quad dr^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2,$$

«...где $u = dr/dt$ представляет собой скорость движения объекта относительно данной системы координат. При $u=0$, $ds = cdt$. Следовательно, интервал является собственным временем системы, которое отсчитывают покоящиеся часы. Будучи инвариантом, интервал и есть то понятие, которое заменяет не зависящее от пространства время классической физики. Изменение физических свойств интервала должны воспринимать наши датчики. Моменты собственного времени, как материальные нити, связывают центр действия с объектами, воспринимающими это действие. Таким образом, связь через время возможна лишь при условии: $ds=0$. В мире Минковского, как видно из формулы для интервала, это условие будет осуществляться в трёх случаях» [2]:

$$I) dt=0; \quad II) u = +c; \quad III) u = -c.$$

Козырев отождествляет случай I с мгновенным распространением сигнала от истинного образа объекта, а случаи II и III — с распространением сигнала от прошлого

и будущего образов, соответственно. Случаи II и III укладываются в рамки представлений СТО: с формальной точки зрения сигналы от «прошлого» и «будущего» образов распространяются вдоль изотропных линий со скоростями $+c$ и $-c$, соответственно. Однако **дальнодействие в рамках СТО невозможно**: одновременное выполнение условий $ds=0$ и $dt=0$ с необходимостью влечёт за собой $dr=0$. Последнее означает, что объект наблюдения и наблюдатель находятся в одной точке 3-пространства с евклидовой метрикой, чего на самом деле нет. Поэтому и была сделана попытка объяснить дальнодействие в рамках ОТО [14,15].

Схема объяснений та же, что и у Козырева, только в данном случае она применена к интервалу псевдоримановой метрики, записанному в терминах физических наблюдаемых, заменяющих идеальные (координатные) интервалы СТО. Совместное выполнение условий $ds=0$, $d\tau=0$ с необходимостью приводит к условию $d\sigma=0$. Однако в данном случае х.и. положительно определённая 3-метрика $d\sigma^2=[-g_{ik}+(v_i v_k)/c^2]dx^i dx^k$ не является евклидовой, поэтому условие $d\tau=0$ может иметь место не только в случае, когда две точки (два объекта) совпадают, но и в случае когда 3-метрика является **вырожденной**. В этом случае её детерминант $h=-g/g_{00}$ [9] обращается в нуль. Отсюда также следует, что и метрика ds^2 является вырожденной: $g=0$. Вырождение четырёхмерной метрики ds означает выход за рамки ОТО, так как её пространство-время подчиняется сигнатурным условиям [16], одним из которых (сильным) является условие невырожденности метрики: $g<0$. Выполнение сигнатурных условий означают возможность существования систем отсчёта реального наблюдателя. Нарушение сигнатурных условий означает выход за пределы пространства-времени ОТО. Таким образом, объяснить наличие дальнодействия можно лишь при условии выхода за рамки математической базы ОТО — псевдориманово пространство с сигнатурой $(+---)$, или пространство-время.

Совместное выполнение условий $d\tau=0$, $d\sigma=0$ можно переписать в эквивалентной форме:

$$w+v_i u^i=c^2, d\mu^2=g_{ik}dx^i dx^k=(1-w/c^2)^2 c^2 dt^2.$$

Таким образом, дальнодействие реализуется в трёхмерном пространстве с **неримановой** метрикой $d\mu^2$: интервал $d\mu$ не является инвариантом, а зависит от величины гравитационного потенциала w и от координатного времени t . Пространство с метрикой $d\mu^2$ является внутренним в отличие от наблюдаемого (внешнего) пространства с метрикой $d\sigma^2$. Термин *внутреннее пространство* означает, что оно имеет собственного наблюдателя, отличающегося по своим физическим свойствам от реального наблюдателя, система отсчёта которого задаётся вещественной монадой $b^\alpha=dx^\alpha/ds$. Система отсчёта внутреннего наблюдателя задаётся 4-вектором $U^\alpha=dx^\alpha/cdt$, $U^0=1$, $U^i=(1/c)(dx^i/dt)=(1/c)u^i$. Вектор U^α не является ни общеквариантным, ни хронометрически инвариантным, так как принадлежит обобщённому (неримановому) пространству, допускающему вырождение метрики. Вычисление его квадрата с помощью фундаментального метрического тензора $g_{\alpha\beta}$, приводит к результату:

$$g_{\alpha\beta}U^\alpha U^\beta=[1-(w+v_i u^i)/c^2]^2-(1/c^2)h_{ik}u^i u^k,$$

откуда следует, что в присоединённом пространстве его длина равна нулю. Ситуация существования двух наблюдателей — реального и связанного с вырожденной монадой U^α , напоминает аналогичную проблему, возникшую при исследовании гравитационных волн: согласно одному из направлений в этой области, наличие гравитационных волн связывалось с существованием гравитационных полей особого типа, которые обладали ненулевой кривизной и в том случае, когда в них отсутствовало вещество — источник гравитационного поля³. Метрики этих полей записывались в системе отсчёта, летящей со скоростью света, т.е. с изотропной монадой $b^\alpha=dx^\alpha/d\sigma=dx^\alpha/cd\tau$. Реальный наблюдатель за ней следовать не может [17].

³Речь здесь идёт о гравитационных полях II и III типа по алгебраической классификации Петрова, которые являются сильными независимо от того, содержится ли в них вещество или же они являются «пустыми». Кавычки здесь означают, что, по-видимому, существование полей такого типа связано с наличием в них особой среды — *физического вакуума*.

В отсутствии гравитационного поля трёхмерное расстояние между точками растёт пропорционально времени со скоростью света. Пространство с метрикой $d\mu^2$ можно рассматривать как присоединённое к пространству-времени ОТО в каждой его точке, а в качестве модели Вселенной, где осуществляется сосуществование близкодействия и дальнодействия, принять обобщённое четырёхмерное пространство с метрикой

$$ds^2 = g_{\alpha\beta} dx^\alpha dx^\beta, \quad g = \det(g_{\alpha\beta}) \leq 0.$$

Тогда близкодействие осуществляется в обычном пространстве-времени с невырожденной метрикой ($g < 0$), а дальнодействие — в вырожденном пространстве-времени, для которого $g = 0$. Присоединённое нериманово пространство обладает следующими свойствами с точки зрения реального наблюдателя: 1) сигналы от его объектов (точек) приходят к нему мгновенно; 2) сигналы распространяются вдоль трёхмерных траекторий, наблюдаемая длина которых $d\sigma = 0$; 3) при условии $w = c^2$ выполняется условие $d\mu^2 = 0$; 4) отсутствие вращения ($v_i = 0$) есть достаточное условие обращения в нуль метрики $d\mu^2$.

Исследуем динамику частиц, существующих в обобщённом пространстве. Выражение для 4-импульса в этом случае примет вид:

$$P^\alpha = m_0(dx^\alpha/ds) = (m/c)(dx^\alpha/d\tau) = (M/c)(dx^\alpha/dt),$$

где $M = m/[1 - (w + v_i u^i)/c^2]$ — гравитационно-вращательная масса (её величина зависит от величины гравитационного потенциала и скорости вращения пространства). Выражение для M получено с использованием соотношения между наблюдаемым и координатным временем

$$d\tau = [1 - (w + v_i u^i)/c^2] dt, \quad u^i = dx^i/dt.$$

Из него видно, что $M \rightarrow \infty$, если $(w + v_i u^i) \rightarrow c^2$, т.е. при выполнении условия реализации присоединённого пространства. Для частицы, движущейся в присоединённом пространстве, интервал $d\tau = 0$, поэтому её скорость есть отношение элементарного пространственно-временного интервала dx^α к интервалу координатного времени dt . Таким образом, для этой частицы справедливо только последнее выражение для $P^\alpha = (M/c)(dx^\alpha/dt)$. Вычисление х.и. компонент 4-вектора импульса частицы в присоединённом пространстве по методике Зельманова даёт [11]:

$$P^0/g_{00} = 0, \quad P^i = (m/c) u^i, \quad h_{ik} u^i u^k = 0.$$

Формально для вектора P^α выполняется условие $P_\alpha P^\alpha = 0$, однако оно не является общековариантным условием (последнее должно иметь вид $g_{\alpha\beta} P^\alpha P^\beta = 0$). Следовательно, в присоединённом пространстве классическое соотношение между энергией и 3-импульсом, представляющее собой х.и. запись условия постоянства квадрата длины 4-вектора импульса, не выполняется. Частицы, для которых не выполняется классическое соотношение между энергией и 3-импульсом, называются *виртуальными*. Таким образом, **присоединённое пространство является виртуальным**.

В присоединённом пространстве обитают частицы с нулевой релятивистской массой, распространяющиеся **мгновенно с точки зрения наблюдателя ($d\tau = 0$) вдоль траекторий нулевой трехмерной длины ($d\sigma = 0$) с нулевой скоростью**. Такое возможно лишь при условии, что эти частицы «неподвижны» в наблюдаемом 3-пространстве подобно тому, как фотоны «неподвижны» в пространстве-времени, но движутся со скоростью c в наблюдаемом 3-пространстве. Присоединённое пространство получило название *нуль-пространство*, а заполняющие его частицы с нулевой релятивистской массой, т.е. более тонкие, чем свет, названы *нуль-частицы* [11]. Их можно рассматривать как свет, стоящий в трёхмерном наблюдаемом пространстве (*остановленный свет*), или как *голограмму*, образованную *стоячими волнами*, которые есть результат суперпозиции волн, движущихся во времени из прошлого в будущее (обычное пространство) и из будущего в прошлое (зазеркалье)⁴.

⁴В качестве примера можно рассмотреть результат суперпозиции двух монохроматических волн с амплитудой A , распространяющихся в одном и том же пространственном направлении x , но во взаимно противоположных во времени: $x^+ = A \cos[\omega t + (\omega/c)x]$ и $x^- = A \cos[-\omega t + (\omega/c)x]$.

Нуль-пространство пронизывает физический мир, существуя при этом в каждой его точке, подобно тому, как светоподобная материя пронизывает пространство, где движутся с досветовыми скоростями физические тела.

С математической точки зрения нуль-пространство может существовать лишь при условии, что оно вращается, причём скорость его вращения зависит от величины гравитационного потенциала: $u=c-w/c$ ⁵. В отсутствии гравитации ($w=0$) скорость его вращения равна c , при наличии гравитационного потенциала она тем меньше, чем сильнее гравитационное поле. В отсутствии вращения ($v_i=0$) нуль-пространство стягивается в «точку» — «чёрную нуль-дыру» (коллапсирует). При этом метрика $d\mu^2$ принимает вид:

$$d\mu^2 = g_{ik} dx^i dx^k = 0.$$

Если бы нуль-пространство обладало евклидовой метрикой, последнее условие с необходимостью означало бы, что данное 3-пространство является геометрической точкой. Однако здесь пространство является, вообще говоря, искривлённым, поэтому обращение интервала в нуль интервала положительно определённой метрики возможно, если она является вырожденной: $g_{nul} = \det(g_{ik}) = 0$. А искривлённость пространства, в свою очередь, может быть обусловлена наличием в нём среды, состоящей из нуль-частиц, которая, возможно, и является тем, что современные исследователи называют *физический вакуум*.

Конусы прошлого и будущего в обобщённом пространстве разделены поверхностью вращения, проходящей через нулевую точку — момент настоящего. Только теперь, в отличие от пространства-времени теории относительности, прошлое и будущее разделяет не математическая точка, а *нуль-коллапсар* — нуль-пространство в состоянии коллапса. Таким образом, настоящее есть результат взаимодействия обычного пространства с положительными релятивистскими массами и зазеркалья с частицами, имеющими отрицательные релятивистские массы, а само настоящее в каждый момент времени рождается (материализуется) из вакуумной чёрной дыры.

В качестве обоснования этого утверждения в качестве примера рассмотрим взаимодействие двух частиц с одинаковой массой покоя, движущихся с одинаковой скоростью друг навстречу другу во времени, т.е. встречу обычной частицы с её зеркальным двойником. В момент взаимодействия частица, движущаяся из прошлого в будущее, и её зеркальный антипод, движущийся ей навстречу из будущего, встречаются в точке, соответствующей для обеих моменту настоящего. В этот момент они составляют систему, энергетику которой можно описать вектором

$$Q^\alpha = P^{\alpha+} + P^{\alpha-},$$

где $P^{\alpha+} = (m/c)(dx^\alpha/d\tau_1)$ есть 4-вектор импульса обычной частицы, а $P^{\alpha-} = (m/c)(dx^\alpha/d\tau_2)$ — 4-вектор импульса её зеркального двойника. Индексы (1) и (2) относятся к прямому и обратному направлению хода времени, соответственно. Контравариантные и ковариантные компоненты каждого из векторов равны:

$$P^{\alpha+} = \{m(v_i V^i + c^2)/(c^2 - w); m/c V^i\}; P_{\alpha+} = \{+m; -m/c(V_i + v_i)\},$$

$$P^{\alpha-} = \{m(v_i V^i - c^2)/(c^2 - w); (m/c)V^i\}; P_{\alpha-} = \{-m; -(m/c)(V_i - v_i)\}.$$

Тогда компоненты вектора Q^α равны:

$$Q^\alpha = \{2mv_i V^i (c^2 - w); (2m/c)V^i\}; Q_\alpha = \{0; -(2m/c)V_i\},$$

а его квадрат равен:

$$Q_\alpha Q^\alpha = -4(m^2/c^2)V_i V^i = -4p^2/c^2, p^2 = mV_i V^i.$$

Таким образом, длина вектора Q^α является мнимой: $(Q_\alpha Q^\alpha)^{1/2} = 2ip/c$. Это означает, что в результате взаимодействия частицы со своим зеркальным двойником возникают два нуль-коллапсара, обладающих мнимыми значениями импульсов и нулевыми массами (энергиями): на принадлежность образовавшихся частиц нуль-пространству указывают

Результатом сложения «обычной» и «зазеркальной» волн является синусоидальная *стоячая волна*: $x^+ + x^- = 2A \cos(kx) \cos(\omega t)$.

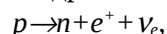
⁵ Величина абсолютного значения 3-скорости u во внутреннем (неримановом) пространстве с метрикой $d\mu^2 = g_{ik} dx^i dx^k = (c-w/c)^2 dt^2$ получена путём деления её на dt^2 . Отсюда следует $u^2 = g_{ik} u^i u^k = (c-w/c)^2$.

нулевые значения энергий (масс), а состояние коллапса обусловлено тем, что взаимодействие частиц с положительной и отрицательной массами осуществляется в области, описываемой метрикой $d\mu^2 = g_{ik} dx^i dx^k = 0$, соответствующей нуль-пространству в состоянии коллапса. Поэтому взаимодействие обычной частицы с её зеркальным двойником можно записать в виде реакции

$$m^+ + m^- = 2\nu_e,$$

где ν_e означает *вакуумный коллапсар*.

Обобщённое пространство-время было использовано также для интерпретации результатов экспериментов с микрообъектами, в которых обнаружались эффекты аномальной аннигиляции ортопозитрония. *Позитроний* — легчайший водородоподобный атом, состоящий из электрона (e^-) и его античастицы (позитрона e^+), связанных электромагнитными силами. В зависимости от взаимной ориентации спинов электрона и позитрона, существует два типа позитрония: 1) парапозитроний (sPs): спины противоположны (суммарный спин системы равен 0); 2) ортопозитроний (tPs): спины направлены в одну сторону (суммарный спин равен 1). Время жизни системы частица–античастица ограничено взаимной аннигиляцией: электрон и позитрон аннигилируют, превращаясь в γ -кванты, т.е. в электромагнитное излучение. Согласно расчётам в КЭД, sPs живёт в вакууме $1,25 \times 10^{-10}$ секунды, а tPs — $1,4 \times 10^{-7}$ секунды, то есть в 1120 раз дольше. В соответствии с законами сохранения, sPs распадается на чётное число γ -квантов (фактически на два), а tPs — на нечётное (фактически на три). В лабораторных условиях позитроний можно получить, поместив источник позитронов — радиоактивный изотоп — в вещество, например, в одноатомный газ. Источником позитронов служит β^+ -распад — самопроизвольный распад протона в нейтронодефицитных ядрах атомов



где p — протон, n — нейтрон, e^+ — позитрон, ν_e — электронное нейтрино. Часть позитронов, попав из источника в газ, сравнительно быстро аннигилирует в результате соударений с электронами атомов (молекул) и со стенками сосуда. Другая часть позитронов захватывает электроны из оболочек атомов газа, образуя tPs и sPs в соотношении их статистических весов 3:1. Параметры временного спектра аннигиляции позитронов (распределение числа событий аннигиляции по времени, различные компоненты времени жизни) определяются условиями, в которых позитроны пребывают до аннигиляции в веществе. В этом спектре, в частности, можно выделить участки аннигиляции свободных позитронов, аннигиляции sPs и tPs .

С начала 80-х группе экспериментаторов из США во главе с профессорами Ричем и Гидлеем, проводивших эксперименты на новом оборудовании Мичиганского университета, удалось на два порядка повысить точность измерения скорости аннигиляции tPs , образованного в газах позитронами от источника ^{22}Na . В результате оказалось, что она отличается от расчётной (оказывается больше) на 0,2%, что в 10 раз больше ошибки измерений (0,02%) [18–21]. В последующем прецизионные измерения были дополнены экспериментами с вакуумной техникой (и источником позитронов Ga^{68}). Теоретический результат расходился с экспериментальным. Эффект был назван Б.М. Левиным λ_t -аномалией [23–25]. Сложность создавшейся ситуации состояла в том, что КЭД является исключительно точной наукой и любые экспериментальные результаты, свидетельствующие о расхождении с КЭД, являются серьёзной проблемой. Невозможность интерпретировать результаты экспериментов в рамках стандартной КЭД привела к необходимости расширить рамки современных представлений о пространстве, времени, материи. Глэшоу (основываясь на работе Холдома) предположил, что имеют место осцилляции ортопозитрония между нашей и зеркальной Вселенной, что приведёт к двум эффектам: 1) увеличению скорости аннигиляции tPs за счёт дополнительной наблюдаемой одноквантовой моды распада tPs и двух зеркальных фотонов с суммарно очень низкой энергией, регистрация которых в принципе невозможна, но при этом фактически энергия не исчезает (в целом — трёхквантовая смешанная мода); 2) уменьшению соотношения $^tPs:sPs=3:1$ до величины 1,5:1. Левин предположил, что должна наблюдаться 1-квантовая

аннигиляции: 1Ps взаимодействует со своим зеркальным двойником ${}^1Ps'$, в результате чего возникает (2+1)-расщепление 3-фотонной аннигиляции. При этом один γ -квант излучается в нашу Вселенную, а другие два зеркальные γ -кванта уходят в зеркальную Вселенную.

Получается, что наличие спина (внутреннего вращения) системы частица-античастица не только увеличивает время её жизни, но и позволяет выходить за пределы обычного пространства. Здесь уместно вспомнить Козырева, рассматривающего каждую точку пространства в виде элементарного гироскопа, а их взаимодействие — как взаимодействие гироскопов, сопровождающееся увеличением или уменьшением их суммарной энергии в зависимости от направления вращения каждого [26]. Если считать, что макро- и микромир сходны по своей структуре и различаются лишь масштабом, то самые общие законы мироздания должны быть одни и те же и для галактик, и для элементарных частиц. Исходя из этого, была построена теория движения частицы со спином, где спин рассматривался как внутренний момент частицы, вносящий дополнительный вклад в её движение [27–29]. В пространстве-времени ОТО наличие спина частицы характеризуется 4-вектором спин-импульса

$$S^\alpha = (\eta_0/c^2)(dx^\alpha/ds), \quad \eta_0 = (n/2\pi)h^{\mu\nu}A_{\mu\nu},$$

где $A_{\mu\nu}$ — поле неголономности пространства, $h^{\mu\nu}$ — четырёхмерный антисимметричный тензор Планка, $n=0;1/2;1;3/2;2$ в зависимости от типа частиц. Значения пространственных (наблюдаемых) компонент тензора Планка составляют $\pm(h/2\pi) = \pm 1,04 \times 10^{27}$ эрг-сек в зависимости от направления вращения и образуют х.и. тензор Планка h^{ik} . В сопутствующей наблюдателю системе отсчёта $\eta_0 = (n/2\pi)h^{ik}A_{ik}$. Суммарный динамический вектор, характеризующий движение частицы со спином, равен:

$$Q^\alpha = P^\alpha + S^\alpha = (m_0 + \eta_0/c^2)(dx^\alpha/ds).$$

Отсюда видно, что частица со спином в неголономном пространстве приобретает дополнительный 4-импульс, следовательно, дополнительные релятивистскую массу (энергию) и 3-импульс.

Х.и. проекции Q^α на время и пространство имеют вид, соответственно:

$$(Q_0/g_{00})^{1/2} = m + \eta/c^2, \quad Q^i = (m + \eta/c^2)V^i,$$

где $\eta = \eta_0/(1-V^2/c^2)^{1/2}$ — спин-масса частицы. В качестве примера приводится расчёт спин-массы ортопозитрония (1Ps): 1) его масса равна удвоенной массе электрона: $m_{Ps} = 2 \times 9 \times 10^{-28}$ г, 2) радиус позитрония вдвое превышает радиус боровской орбиты и равен $2 \times 5,3 \times 10^{-9}$ см; 3) спин-масса $\eta_0/c^2 = (h/2\pi)(\Omega/c^2)$, где угловая скорость Ω^6 вычисляется с помощью выражения для 2-го постулата Бора: $m_e r^2 \Omega = kh/2\pi$, применённого к ортопозитронию ($k=1, m=2m_e$). Значение спин-массы $\eta_0/c^2 = 10^{-32}$ г = $10^{-5} m_e$. Очевидно, что парапозитроний (5Ps) этим избытком массы (энергии) не обладает.

Рассмотрим процесс аннигиляции Ps в терминах теории пространства-времени. В псевдоримановом пространстве Ps можно представить в виде системы двух частиц одинаковой массы, связанных электромагнитной силой. До момента аннигиляции расстояния между электроном и позитроном является вещественным, в момент аннигиляции — нулевым. На языке диаграмм Фейнмана материальные частицы при взаимодействии обмениваются виртуальными частицами (в терминах нуль-пространства — **вихревыми образованиями**). Точнее, **само нуль-пространство есть совокупность разноскоростных вихрей**. Аннигиляция Ps происходит в нуль-пространстве и наблюдается в нашем пространстве как «мгновенный» процесс. В самом же нуль-пространстве длительность аннигиляции измеряется «внутренним» временем, в течение которого совершаются виртуальные обмены. В итоге в нашем мире появляются фотоны, распространяющиеся вдоль траекторий нулевой четырёхмерной длины.

⁶В случае равномерного кругового движения в условиях, когда гравитационная сила пренебрежимо мала ($F^i=0$), как это имеет место внутри атома, выражение для тензора неголономности существенно упрощается: $A_{ik} = (1/2)(dv_k/dx^i - dv_i/dx^k) = \Omega$.

Наличие и отсутствие спина в орто- и парасостояниях Ps , соответственно, приводит к тому, что аннигиляция этих систем, реализующаяся путём обмена виртуальными частицами, происходит по-разному. В парасостоянии суммарный спин системы равен 0, поэтому отсутствует его взаимодействие с полем неголономности нуль-пространства, состоящим из виртуальных частиц вне коллапса. Аннигиляция sPs осуществляется в области, где вращение отсутствует, а нуль-пространство находится в состоянии коллапса. Аннигиляция sPs представляет собой обмен виртуальными нуль-коллапсарами. Область обмена, расположенная «на острие конусов прошлого и будущего», служит мостом, соединяющим образующие конусов прошлого и будущего, являющиеся траекториями светоподобных частиц — изотропными линиями. По ним в наше пространство приходят продукты аннигиляции sPs — γ -фотоны.

В ортопозитронии 4-векторы спин-импульса обеих частиц направлены в одну сторону и суммарный спин отличен от нуля. Спин-энергия частицы, приобретаемая ей в результате взаимодействия её внутреннего вращения с внешними вихревыми полями, проявляется в нуль-пространстве как энергия отдельной виртуальной частицы с массой $10^{-5} m_e$. Дополнительная спин-энергия может увеличивать либо уменьшать суммарную энергию аннигилирующих частиц в зависимости от взаимной ориентации спинов и направления вращения вихрей нуль-пространства в области аннигиляции. Слияние e^+ и e^- в нуль-пространстве можно представить как спиралеобразное движение по внутренней поверхности воронки, где спираль есть результат сложения кругового вращения и падения к острию воронки — в «чёрную нуль-дыру». В случае парапозитрония спиралеобразное движение есть чистое в падение к острию воронки, где и происходит аннигиляция. Увеличение скорости аннигиляции можно объяснить тем, что небольшая доля аннигилирующих частиц в процессе спиралевидного движения набирает достаточную скорость, чтобы преодолеть притяжение острия воронки — «чёрной нуль-дыры». Такие частицы досрочно сходят с дистанции и становятся виртуальными частицами, или нуль-частицами. Возможно, именно этот процесс разные учёные интерпретируют как «аннигиляцию в ничто» или как выход в «зеркальную Вселенную».

Литература

1. Козырев Н.А., Насонов В.В. О некоторых свойствах времени, обнаруженных астрономическими наблюдениями //Проявление космических факторов на земле и звёздах. М.–Л., 1980.
2. Козырев Н.А. Астрономическое доказательство реальности геометрии Минковского //Проявление космических факторов на земле и звёздах. М.–Л., 1980.
3. Holdom B. Two $U(1)$'s and ϵ charge shift // Physics Letters, 1986, v.B166, p.196–198.
4. Glashow S.L. Positronium versus the mirror Universe //Physics Letters, 1987, v.B167, p.35–36.
5. Linde A.D. The multiplication of the Universe and problem of cosmological constant //Physics Letters, 1988, v.B200, p.272–274.
6. Линде А.Д. Физика элементарных частиц и космология. М., «Наука», 1990, с.252.
7. Кобзарев И.Ю., Окунь Л.Б., Померанчук И.Я. О возможности экспериментального обнаружения зеркальных частиц // Ядерная физика, 1966, т.3, с.1154–1160.
8. Петров А.З. Пространства Эйнштейна. М., «Наука», 1961.
9. Зельманов А.Л., Агаков В.Г. Элементы Общей Теории Относительности. М., «Наука», 1988.
10. Схоутен И.А., Стройк Д.Дж. Введение в новые методы дифференциальной геометрии. М.–Л., Иностр. лит., 1939.
11. Борисова Л.Б., Рабунский Д.Д. Теория негеодезического движения частиц. М., Мастерская им. М.В. Ломоносова, 1999.
12. Окунь Л.Б. Физика элементарных частиц. Издание 2-е, М., «Наука», 1988.
13. Терлецкий Я.П. Космологические следствия гипотезы отрицательных масс. В сб.: *Современные проблемы гравитации*, Тбилиси, изд-во Тбилисского ун-та, 1967, с.349–353.
14. Терлецкий Я.П. Парадоксы теории относительности. М., изд-во Ун-та Дружбы Народов им. П.Лумумбы, 1965.
15. Борисова Л.Б., Рабунский Д.Д. О чём рассказали звёзды //Дельфис. №1, 1998.
16. Л.Б. Борисова, Цветные фракталы Вселенной. М., Эдиториал УРСС, 2002.
17. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. Теория поля. Изд. 6-е, М., «Наука», 1973.

18. А.З. Петров. Пространства Эйнштейна. М, «Наука», 1961.
19. *Gidley D.W., Rich A., Sweetman E., West D.* New precision measurements of the decay rates of singlet and triplet positronium // *Physical Review Letters*, 1982, v.49, p.525–528.
20. *Westbrook C.I., Gidley D.W., Conti R.S., Rich A.* New precision measurement of the orthopositronium decay rate: a discrepancy with theory // *Physical Review Letters*, 1987, v.58, p.1328–1331.
21. *Westbrook C.I., Gidley D.W., Conti R.S., Rich A.* Precision measurement of the orthopositronium vacuum decay rate using the gas technique // *Physical Review*, 1989, v.A40, p.5489–5499.
22. *Nico J.S., Gidley D.W., Rich A., Zitzewitz P.W.* Precision measurements of the orthopositronium decay rate using the vacuum technique // *Physical Review Letters*, 1990, v.65, p.1344–1347.
23. *Левин Б.М., Коченда Л.М., Марков А.А., Шантарович В.П.* Временные спектры аннигиляции позитронов (^{22}Na) в газообразном неоне различного изотопного состава // *Ядерная физика*, 1987, т.45, №6, с. 1806–1808.
24. *Левин Б.М., Шантарович В.П.* Об аномалиях временных спектров аннигиляции позитронов в газообразном неоне // *Ядерная физика*, 1984, т.39, №6, с. 1353–1355.
25. *Левин Б.М.* Ортопозитроний: программа критических экспериментов // *Ядерная физика*, 1990, т. 52, №2(8), с.535–537.
26. *Козырев Н.А.* Причинная механика // *Избранные труды*, Л., изд-во ЛГУ, 1991.
27. *Левин Б.М., Борисова Л.Б., Рабунский Д.Д.* Ортопозитроний и пространственно-временные эффекты. М., Мастерская им. М.В. Ломоносова, 1999.
28. *L.B. Borissova and D.D. Rabounski.* Fields, Vacuum and the Mirror Universe. М., URSS, 2001.
29. *Rabounski D.D. and Borissova L.B.* Particles here and beyond the mirror. М., URSS, 2001.