

## **Пространство-время как четырёхмерная проекция многомерного мира**

*Л. Б. Борисова, канд. физ-мат наук*

### **Аннотация**

*Искривлённое пространство-время Общей Теории Относительности рассматривается как четырёхмерная проекция многомерного пространства, где пространство является трёхмерным, а время — одномерным. Показано, что пространственные измерения удалённых тел осуществляются только косвенными методами: путём вычислений, с помощью астрономических наблюдений. Время рассматривается как одномерный поток, движущийся как из прошлого в будущее (прямой ход времени), так и из будущего в прошлое (обратный ход времени). Рассмотрено понятие наблюдаемого времени, темп которого определяется величиной гравитационного поля, а также скоростью и направлением вращения в месте наблюдения. При определённых условиях наблюдаемое время останавливается. Пространства с прямым и обратным ходом времени являются зеркальными отображениями друг друга, а релятивистские массы движущихся в них частиц и частоты фотонов имеют противоположные знаки.*

*Данные результаты применены к космологии. Построены две космологические модели: 1) сфера, заполненная несжимаемой идеальной жидкостью; 2) пространство постоянной кривизны де Ситтера, заполненное физическим вакуумом в состоянии инфляции. Показано, что жидкая сфера трансформируется в пространство де Ситтера при определённом соотношении плотностей жидкости и физического вакуума. При этом направления собственного времени в каждой из моделей имеет противоположные знаки. Вычисление значений частот фотонов, испускаемых удалёнными объектами, показывает, что в пространстве жидкой сферы они смещены в фиолетовую сторону, а в пространстве де Ситтера — в красную. Поэтому жидкая сфера рассматривается как пространство будущего, а пространство де Ситтера — как пространство прошлого. Пространство настоящего есть результат взаимодействия двух зеркальных вселенных, которое осуществляется как материализация света. При этом на горизонте событий частота наблюдаемых фотонов обращается в нуль.*

*Пространство настоящего есть физическая реальность, в которой материализованы трёхмерные тела людей, а пространства прошлого и будущего являются виртуальными. В силу трёхмерности тел познание многомерности для людей настоящего сводится к работе сознания. Но даже теоретические исследования таких запредельных понятий как чёрные дыры, зазеркалье, остановленное время (свет) и т. п. вначале позволят привыкнуть к этим понятиям, а затем взглянуть на них как на возможные порталы времени. Такое изменение сознания особенно необходимо именно сейчас, в эпоху ускоряющихся изменений галактического излучения, безусловно влияющего на излучения Солнца, Земли и сознание людей как жителей определённого уголка Галактики.*

### **1. От трёхмерности к многомерности, от барьера к мембране**

Рассматривается взаимодействие настоящего, прошлого и будущего *наблюдаемой Вселенной* — пространства, включающего наблюдаемые космические объекты (планеты, звёзды, галактики, их скопления и сверхскопления, квазары,...). В качестве математической базы используется искривлённое четырёхмерное пространство, используемое в Общей

Теории Относительности (ОТО) под названием *пространство-время ОТО*. Оно относится к *римановым* пространствам, полученных Бернардом Риманом как обобщение искривлённых поверхностей Карла Гаусса. Существует множество римановых пространств, имеющих любое количество измерений, вплоть до бесконечности. Число измерений (размерность) пространства определяется **максимальным количеством** независимых базисных векторов (*базиса*), которое возможно в этом пространстве [1]. Базис риманова пространства данной размерности в каждой точке строится в плоском пространстве той же размерности, касательным к риманову пространству в этой точке. Если базисные векторы линейно зависимы, размерность пространства понижается. Существует два типа базисных векторов: 1) *вещественные*, квадраты длин которых положительны; 2) *мнимые*, квадраты длин которых отрицательны. Если все базисные векторы пространства либо вещественные, либо мнимые, оно называется *собственно римановым*. Если часть из них вещественные, а остальные — мнимые — *псевдоримановым*.

Плоские пространства относятся к классу римановых, но единый базис для них можно ввести сразу во всё пространство. При этом все базисные векторы могут быть взаимно ортогональными, а их длины — единичными, либо мнимоединичными. Плоские пространства, все базисные векторы которых либо единичны, либо мнимоединичны, называются *собственно евклидовыми*, пространства со смешанным набором векторов — *псевдоевклидовыми*. Трёхмерное собственно евклидово пространство есть обычное пространство Евклида, в котором можно ввести глобальную систему декартовых координат. Четырёхмерное псевдоевклидово пространство с тремя вещественными и одним мнимым базисным вектором есть базовое пространство Специальной Теории Относительности (СТО). Оно называется *пространство Минковского*, так как именно Герман Минковский предложил ввести четвёртую (временную) координату  $x^0=ct$ , где  $t$  — координатное время,  $c$  — скорость света. Четырёхмерное псевдориманово пространство с аналогичным набором базисных векторов есть искривлённое пространство-время ОТО<sup>1</sup>. Идею применить его для описания геометрии мира предложил Эйнштейну преподаватель математики Марсель Гроссман. Эйнштейн согласился с его предложением, так как использование римановых пространств имеет определённые преимущества перед пространствами, обладающими другими геометрическими свойствами. Римановы пространства относятся к классу *метрических* пространств, так как в них определена *метрика* — функция, позволяющая измерять протяжённости различных объектов пространства. Метрическая форма (метрика) риманова пространства имеет вид:

$$ds^2 = g_{\alpha\beta} dx^\alpha dx^\beta, \quad \alpha, \beta = 0, 1, 2, 3, \quad (1)$$

где свёртка по индексам  $\alpha, \beta$  означает суммирование. В пространстве Минковского в ортогональной системе координат метрика принимает простой вид

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2 - dy^2 - dz^2, \quad (2)$$

где  $x, y, z$  — декартовы координаты.

Метрические коэффициенты  $g_{\alpha\beta}$  — это косинусы углов между векторами базиса в локальном касательном плоском пространстве, поэтому  $ds^2$  — скалярное произведение вектора  $dx^\alpha$  самого на себя. Размерность касательного плоского пространства и соотношение числа мнимых и вещественных базисных векторов (*сигнатура*) полностью совпадает с аналогичными характеристиками риманова пространства. Так, касательным плоским пространством для искривлённого пространства-времени ОТО служит пространство Минковского. В каждой точке локального касательного пространства можно построить

1 Часто для удобства вычислений используется псевдориманово (псевдоевклидово) пространство, в котором временной базисный вектор является вещественным, а пространственные — мнимыми. В данной работе используется именно такой базис. Его сигнатура имеет вид: + - - -.

систему базисных векторов  $e_a$ , касательных к координатным линиям  $x^a$ , тогда метрический тензор примет вид [2]:

$$g_{\alpha\beta} = e_\alpha e_\beta \cos(x^\alpha, x^\beta), \quad (3)$$

где  $e_a$  — длина вектора. В римановых пространствах метрика симметрическая ( $g_{\alpha\beta} = g_{\beta\alpha}$ ) и невырожденная (детерминант фундаментального метрического тензора  $|g_{\alpha\beta}| \neq 0$ ), а элементарный четырёхмерный интервал инвариантен относительно любой системы отсчёта:  $ds^2 = \text{const}$ . Инвариантность интервала — весомый аргумент в пользу риманова пространства как математической базы ОТО. В противном случае пришлось бы задавать  $ds^2$  как некоторую функцию, что существенно усложнило бы проблему наблюдаемых величин, и без того нетривиальную для искривлённых пространств. Теория физических наблюдаемых величин, определяемых в системе отсчёта, сопутствующей наблюдателю, создана А.Л. Зельмановым [2]. Суть её состоит в построении величин, значения которых в рамках заданной системы отсчёта не зависят от выбора координатной сетки, нанесённой на данное тело отсчёта. Иными словами, система отсчёта определяется выбором линий времени (показаний часов) и не зависит от набора линеек (для пространственных измерений). Физические наблюдаемые величины определены как проекции четырёхмерных величин на время и на пространство [2].

В псевдоримановых и псевдоевклидовых пространствах  $ds^2$  может принимать положительные, отрицательные и нулевые значения. Траектории движения частиц в пространстве-времени называются *мировыми линиями*, а четырёхмерные точки — *событиями*. Величина  $ds$  используется в качестве параметра вдоль мировых линий. В зависимости от знака  $ds^2$  эти линии могут быть: 1) вещественными ( $ds^2 > 0$ ); 2) мнимыми ( $ds^2 < 0$ ); 3) изотропными ( $ds^2 = 0$ ). Изотропные линии рассматриваются как траектории светоподобных частиц (фотонов), вещественные — как траектории частиц, движущихся с досветовыми скоростями, вдоль мнимых линий распространяются гипотетические сверхсветовые *тахiony*. В терминах теории наблюдаемых Зельманова четырёхмерный интервал имеет вид [2]:

$$ds^2 = c^2 d\tau^2 - d\sigma^2, \quad d\tau = (1 - w/c^2)dt - (v_i dx^i)/c^2, \quad d\sigma^2 = h_{ik} dx^i dx^k, \quad i, k = 1, 2, 3, \quad (4)$$

где  $d\tau$  — интервал наблюдаемого времени,  $d\sigma^2$  — наблюдаемый пространственный интервал,  $w = c^2[1 - (g_{00})^{1/2}]$  — трёхмерный гравитационный потенциал,  $v_i$  — трёхмерная скорость вращения пространства относительно времени,  $h_{ik} = -g_{ik} + (v_i v_k)/c^2$  — трёхмерный фундаментальный метрический тензор. Выражение (4) можно переписать в виде:

$$ds^2 = c^2 d\tau^2 (1 - V^2/c^2), \quad V^i = dx^i/d\tau, \quad V^2 = h_{ik} V^i V^k, \quad (5)$$

где  $V^i$  — трёхмерная наблюдаемая скорость. Из (5) следует, что при  $V=c$  четырёхмерный интервал  $ds^2=0$ , при  $V < c$  величина  $ds^2 > 0$ , а при  $V > c$  имеем  $ds^2 < 0$ . Условие  $ds=0$  в терминах физических наблюдаемых имеет вид:

$$cd\tau = \pm d\sigma. \quad (6)$$

Это выражение есть *уравнение светового конуса*, образующие которого рассматриваются как область существования светоподобных частиц (фотонов). Из (6) следует, что для фотонов наблюдаемые величины «время» и «пространство» неразличимы: фотон покоится в пространстве-времени, а в трёхмерном пространстве перемещается относительно наблюдателя со скоростью  $c$ . Световой конус называют световым «барьером», который «запрещает» перемещение со сверхсветовыми скоростями. В действительности, этот «запрет» обусловлен **уровнем сознания** современных людей, обладающих на данном этапе эволюции трёхмерными телами, состоящими из частиц с ненулевой массой покоя  $m_0$ ,

связанной с релятивистской массой  $m$  (массой движения) известным соотношением:  $m = m_0 / (1 - V^2/c^2)^{1/2}$ . Величина  $m$  является вещественной при  $V^2 < c^2$ , нулевой при  $V^2 = c^2$  и мнимой при  $V^2 > c^2$ . Из (5) следует, что человеческое тело перемещается в пространстве-времени с досветовыми скоростями вдоль вещественных путей. Кроме того, реальный (вещественный) наблюдатель воспринимает свет, распространяющийся вдоль образующих светового конуса, следовательно, **его тело состоит также из света**. Можно сказать, что свет, как более тонкая структура, пронизывает более плотную среду — человеческое тело, включающее в себя газовую, жидкую и твёрдую среды. Реальный наблюдатель движется с досветовой скоростью внутри конуса вдоль вещественных мировых линий и наблюдает фотоны (события на внутренней поверхности светового конуса), распространяющиеся вдоль изотропных мировых линий со скоростью  $c$ . Вне светового конуса находятся тахионы — события, распространяющиеся со сверхсветовыми скоростями вдоль мировых линий мнимой длины. В настоящее время нет убедительных экспериментальных (наблюдательных) данных, подтверждающих существование тахионов. Световой «барьер» следует рассматривать как **мембрану**, находящуюся между миром вещества и миром мнимой (*воображаемой*) материи. При этом оба мира в равной мере освещаются светом, наполняющим мембрану.

Это краткое изложение математических основ ОТО является базой для расширения понятий «пространство» и «время» с точки зрения реального наблюдателя. Переход от трёхмерного пространства к пространству-времени, осуществлённый в прошлом веке, есть принципиальный шаг на пути к осознанию многомерности бесконечного Пространства, одной из ячеек которого является наша Вселенная. Разделение базисных векторов на времениподобные и пространственноподобные ведёт к пониманию времени как **мерности принципиально иной природы, чем пространственные измерения**. Это разделение есть иллюстрация общеизвестного факта, что время измеряется часами, а пространство — линейками. Осознание времени как измерения — путь к выходу из трёхмерного плена, одномерное время — лишь первый шаг к осознанию многомерности. Остальные мерности заложены (пока в скрытом виде) в сознании человека, поэтому введение дополнительных временных координат было бы лишь формальным шагом. В данной работе предлагается расширить представление о времени, введя такие понятия как **обратный ход времени** и **остановленное время**.

## 2. Прошлое и Будущее как зеркальные отображения друг друга

Считается, что время течёт в одном (прямом) направлении — из прошлого в будущее. Математический аппарат ОТО не запрещает и обратного направления (из будущего в прошлое): см. (6). Однако в современной науке обратный ход времени не рассматривается, при этом учёные ссылаются на «стрелу времени» Рейхенбаха, всегда направленную из прошлого в будущее. Между тем, Рейхенбах, говоря об однонаправленности, имел в виду мировой процесс развития (распространение энергии): «Сверхвремя не имеет направления, но только порядок, однако само оно содержит индивидуальные участки, которые обладают направлением, хотя эти направления изменяются от участка к участку» [3].

В качестве математической иллюстрации «стрелы времени» в современной науке рассматривается световой конус, построенный в пространстве Минковского [4], нижняя половина которого — *конус прошлого*, верхняя — *конус будущего*. Прошлое переходит в будущее через точку  $t=0$ , обозначающую *настоящее*. Однако реальное пространство настоящего пронизано гравитацией, входящие в него структуры, от электрона до галактик, вращаются вокруг своих центров, которые в свою очередь вовлечены в бесконечную карусель вращений относительно центров разномасштабных структур. Идеальное, равномерно текущее время СТО не подвержено воздействию гравитации и вращения. Поэтому световой конус-- следует рассматривать в искривлённом пространстве-времени ОТО. Элементарный<sup>2</sup> криволинейный световой конус описывается уравнением (6). В этом

---

2 Поскольку в искривлённом пространстве проблема интегрирования не является тривиальной, световой конус

случае между конусами прошлого и будущего находится мембрана, описываемая уравнениями  $cd\tau = \pm d\sigma = 0$ , или в развёрнутом виде [4]:

$$dt = [1 - (w + v_i u^i) c^2] dt = 0, d\sigma^2 = h_{ik} dx^i dx^k = 0, u^i = dx^i/dt. \quad (7)$$

Так как метрическая квадратичная форма  $d\sigma^2$  является положительно определённой [4], то, в силу (7), она вырождается:  $h = \det|h_{ik}| = 0$ . Поскольку детерминанты метрик  $g_{\alpha\beta}$  и  $h_{ik}$  связаны соотношением  $(-g)^{1/2} = h(g_{00})^{1/2}$ , из условия  $h=0$  следует  $g=0$ , следовательно, метрика  $g_{\alpha\beta}$  в области перехода прошлого в будущее является вырожденной, поэтому неримановой<sup>3</sup>. Уравнение мембраны (7) можно переписать в виде [4]:

$$w + v_i u^i = c^2, d\mu^2 = g_{ik} dx^i dx^k = (1 - w/c^2)^2 c^2 dt^2, u^i = dx^i/dt. \quad (8)$$

Первое выражение характеризует условие, при котором **физически наблюдаемое время останавливается**, второе — геометрию вырожденной трёхмерной поверхности<sup>4</sup>, на которой для наблюдателя разворачиваются события настоящего. Условия (8) описывают *нуль-пространство*, в котором, с точки зрения наблюдателя, взаимодействие распространяется мгновенно ( $d\tau=0$ ) по трёхмерным траекториям, наблюдаемый интервал вдоль которых  $d\sigma=0$ . Носителями мгновенного взаимодействия (*дальнодействия*) являются *нуль-частицы*, обладающие *нулевой релятивистской массой* [4]. Из (8) следует, что метрика на вырожденной гиперповерхности  $d\mu^2$  не является римановой, так как её интервал неинвариантен. Условие инвариантности интервала выполняется лишь при коллапсе  $w=c^2$ , когда  $d\mu^2=0$ . В этом случае гиперповерхность стягивается в точку. Итак, наблюдаемая область пространства-времени, воспринимаемая наблюдателем как *настоящее*, есть нериманова гиперповерхность, названная *нуль-пространством* [4]. Все события на ней происходят в один и тот же момент наблюдаемого времени  $\tau = \tau_0 = \text{const}$ , то есть являются *синхронизованными*.

Мы видим: в отличие от пространства Минковского, где прошлое автоматически переходит в будущее через точку координатного времени  $t=0$ , в искривлённом пространстве-времени ОТО между прошлым и будущим находится мембрана — трёхмерная нериманова гиперповерхность, геометрические свойства которой зависят от гравитационного потенциала  $w$  и скалярного произведения  $v_i u^i$ . В отсутствии гравитационного поля ( $w=0$ ) имеем  $v_i u^i = c^2$ . Это означает, что оба вектора совпадают, а их длины равны  $c$ . Если  $w \neq 0$ , пространство вращается с досветовой скоростью  $v^i$ , при этом, чем больше  $w$ , тем меньше величина  $v_i u^i$ . При максимальном значении  $w=c^2$  скалярное произведение  $v_i u^i = 0$  (вектора ортогональны). Так как  $w=c^2[1-(g_{00})^{1/2}]$ , то при  $w=c^2$  величина  $g_{00}=0$ , что означает **коллапс** («обрушение» — *пер. с англ.*). Из (3) следует, что при коллапсе  $e_0=0$ , т. е. базис является чисто пространственным, поэтому коллапс — это не всегда сжатие пространства, но всегда **обрушение времени**.

Трёхмерное тело реального наблюдателя может перемещаться в пространстве, но всегда жёстко привязано к моменту времени, воспринимаемому как настоящее. Перемещение в прошлое и будущее доступно человеку пока лишь мысленно: возможность этого путешествия сознания обеспечивает память о прошлом (не всегда чёткая) и предвидение будущего (не всегда точное). Но каким образом из двух виртуальных понятий складывается то, что мы называем **реальностью**? Обращаясь мысленно в прошлое, как планеты, так и в своё собственное, можно заметить **повторяемость** схожих событий. Прошлое планеты сохранено для нас памятью предков, наше хранится в собственной памяти. События (трёхмерные точки, растянутые во времени в «нити») расположены в определённой последовательности во времени. Сравнивая схожие события из разных времён, можно сказать, что прошлое и будущее сходны с зеркальными отражениями друг друга. В

является локальным: он вводится в окрестности  $dx^\alpha$  любой произвольной точки.

3 В силу определения римановой метрики, её детерминант  $|g_{\alpha\beta}| \neq 0$  [1].

4 Поверхность, размерность которой на единицу меньше размерности вмещающего её пространства, называется *гиперповерхностью*.

трёхмерном пространстве предмет и его зеркальное отражение различаются между собой тем, что понятия «правое» и «левое» для них имеют противоположный смысл, в пространстве-времени — направлением хода времени [4]. Координатное и собственное время связаны соотношением [4]:

$$dt/d\tau = (v_i V^i/c^2 \pm 1)/(g_{00})^{1/2}, \quad V^i = dx^i/d\tau, \quad (9)$$

откуда следует, что координатное время  $t$ : 1) останавливается, если  $v_i V^i \pm c^2 = 0$ ; 2) имеет прямой ход, если  $v_i V^i \pm c^2 > 0$ ; 3) имеет обратный ход, если  $v_i V^i \pm c^2 < 0$ . Мы видим: пространства с прямым и обратным ходом времени разделяет (соединяет) поверхность вращения  $(v_i dx^i)/c = \pm c dt$ , а вращение может быть как левым, так и правым. Таким образом, пространства прошлого и будущего являются зеркальными отражениями друг друга, где зеркало — поверхность, на которой координатное время остановлено. В [4] получено, что в пространствах с прямым ходом времени движутся частицы с положительной релятивистской массой (как досветовые, так и фотоны), а **в пространствах с обратным ходом времени релятивистские массы досветовых и светоподобных частиц отрицательны**. В отсутствие вращения (9) можно переписать в виде:

$$d\tau/dt = \pm (g_{00})^{1/2}. \quad (10)$$

В этом случае речь пойдёт о наблюдаемом времени, которое: 1) останавливается на поверхности коллапсара  $g_{00} = 0$ ; 2) имеет прямой ход при  $(g_{00})^{1/2} > 0$ ; 3) имеет обратный ход при  $(g_{00})^{1/2} < 0$ . Пространства, отражающиеся от поверхности коллапсара, как от зеркала, будут детально исследованы в следующем разделе.

### 3. О взаимодействии жидкой среды и физического вакуума

Знание наших далёких предков, дошедшее в виде фрагментов, относящихся к разным цивилизациям, содержит информацию о том, что Вселенная возникла из первоначальной материи, названной «вода». Тогда и все объекты Вселенной состоят из той же материи, находящейся на разных этапах эволюции. Многие космические тела (планеты, звёзды) являются сфероидом. Возможно, такую же форму имеет и физическое тело Вселенной. Так возникла задача: построить пространство-время (поле тяготения), создаваемое жидкой несжимаемой сферой. Подобная модель была ранее получена немецким астрономом Карлом Шварцшильдом [5] путём решения полевых уравнений ОТО (уравнений Эйнштейна), однако он изначально исключил наличие сингулярности<sup>5</sup>, ограничив решение только регулярными функциями. Но поскольку проблема сингулярностей в астрофизике и космологии очень актуальна, было интересно найти более общее решение (метрику), допускающее сингулярности (разрывы времени и пространства). Такое решение, полученное в [6], имеет вид:

$$ds^2 = (1/4) \times \{3[1 - (\kappa \rho b^2)/3]\}^{1/2} - [1 - (\kappa \rho r^2)/3]\}^{1/2} c^2 dt^2 - dr^2/[1 - (\kappa \rho r^2)/3] - r^2(d\theta^2 - \sin^2\theta d\varphi^2), \quad (11)$$

где  $\kappa = (8\pi G)/c^2 = 18,6 \times 10^{-28}$  см/г — эйнштейновская константа,  $G$  — ньютоновская гравитационная постоянная,  $b$  — радиус сферы,  $\rho = const$  — плотность материи, заполняющей сферу, описываемой тензором энергии-импульса идеальной жидкости

$$T^{\alpha\beta} = (\rho + p/c^2)U^\alpha U^\beta - (p/c^2)g^{\alpha\beta}, \quad (12)$$

где  $p$  — давление среды,  $U^\alpha = dx^\alpha/ds$  — четырёхмерный единичный вектор скорости.

Исследования метрики (11) показали [6], что данная сфера: 1) становится коллапсаром

<sup>5</sup> Сингулярность — особая точка или поверхность, имеющая разрывы.

( $g_{00}=0$ ) при  $r_c=[9b^2 - 24/(\kappa\rho)]^{1/2}$ ; 2) имеет разрыв пространства ( $g_{11}\rightarrow\infty$ ) при  $r_{br}=(3/\kappa\rho)^{1/2}$ . Для того чтобы радиус коллапсара был вещественным, необходимо выполнение условия  $b\geq[8/(3\kappa\rho)]^{1/2}$ . Коллапсар стягивается в точку при  $b=[8/(3\kappa\rho)]^{1/2}$ . Если  $\rho\sim 10^{-29}$  г/см<sup>3</sup> (предполагаемое значение плотности вещества во Вселенной), то пространство Вселенной коллапсирует при  $b\geq 1,2\times 10^{28}$  см, имеет разрыв пространства при  $r_{br}=1,3\times 10^{28}$  см. Обе величины близки по значениям предельному наблюдаемому расстоянию  $a=1,3\times 10^{28}$  см, названному «радиусом Вселенной», или «горизонтом событий». Если жидкая сфера состоит из воды ( $\rho=1$  г/см<sup>3</sup>), она коллапсирует при  $b>3,8\times 10^{28}$  см=2,5 а.е. и имеет разрыв пространства при  $r_{br}=4\times 10^{28}$  см=2,7 а.е.<sup>6</sup> Заметим, что обе величины соответствуют расстоянию от Солнца до области максимальной концентрации вещества в поясе астероидов ( $r=2,5$  а.е.). Если плотность вещества сферы  $\rho=10^{14}$  г/см<sup>3</sup> (внутри атомного ядра), то  $b>3,8\times 10^6$  см,  $r_{br}=4\times 10^6$  см. Предполагается, что плотность нейтронных звёзд равна ядерной, а их размеры составляют десятки километров. Возможно, более крупные нейтронные звёзды ненаблюдаемы, так как являются коллапсарами.

Случай  $b=[3/(\kappa\rho)]^{1/2}\equiv a$  представляет особый интерес. Тогда (11) принимает вид [7]

$$ds^2 = (1/4)\times(1 - r^2/a^2)c^2 dt^2 - dr^2/(1 - r^2/a^2) - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2). \quad (13)$$

Метрика (13) описывает пространство де Ситтера, заполненное материей особого типа, называемой *физическим вакуумом*, или  *$\lambda$ -вакуумом*, где космологическая константа  $\lambda\sim 10^{-56}$  см<sup>-2</sup> связана с силами притяжения или отталкивания космологического масштаба. Физический вакуум описывается тензором энергии-импульса

$$T^{\alpha\beta} = (\lambda/\kappa) g^{\alpha\beta}, \quad (14)$$

наблюдаемые компоненты которого равны: плотность  $\rho=T_{00}/g_{00}=\lambda/\kappa$ , вектор плотности импульса  $J^i=cT_0^i/(g_{00})^{1/2}=0$ , тензор напряжений  $U^{jk}=c^2T^{jk}=-\lambda c^2/\kappa h^{jk}$  [7]. Из сравнения (12) и (14) легко видеть, что идеальная несжимаемая жидкость трансформируется в физический вакуум, если её плотность и давление связаны условием  $\rho c^2=\lambda c^2/\kappa=-p$ , описывающим материю в состоянии *инфляции*. Метрика (13) удовлетворяет полевым уравнениям  $R_{\alpha\beta}=(\kappa/\rho)g_{\alpha\beta}$ , где  $R_{\alpha\beta}$  — тензор Риччи (свёртка четырёхмерного тензора кривизны  $R_{\alpha\beta\gamma\delta}$ ),  $\lambda=3/a^2$ . Исследование физико-геометрических свойств метрик (11) и (13) дало следующие результаты [7]: трёхмерные пространства жидкой сферы и вакуумного пузыря не вращаются и не деформируются, но в них действуют неньютоновские гравитационно-инерциальные силы противоположной направленности:

$$F_1 = -(\kappa\rho c^2/3)\times r/\{3[1 - (\kappa\rho b^2/3) - [1 - (\kappa\rho r^2/3)]^{1/2}\} < 0 \rightarrow F_1 = (c^2 r)/(a^2 - r^2) > 0 \quad (15)$$

**Сила притяжения** внутри жидкой сферы переходит в **силу отталкивания** внутри вакуумного пузыря при условии  $b=[3/(\kappa\rho)]^{1/2}=(3/\lambda)^{1/2}$ .

Трёхмерные пространства метрик (11) и (13) обладают постоянными положительными трёхмерными кривизнами  $C=2\kappa\rho$  и  $C=6/a^2$ , соответственно. Кривизна пространства-времени, описываемого (13), отрицательна:  $K=-1/a^2$  [7]. Пространство-время (11) не обладает постоянной кривизной в силу структуры тензора  $R_{\alpha\beta\gamma\delta}$ <sup>7</sup>. Наблюдаемые проекции тензора  $R_{\alpha\beta\gamma\delta}$  на время  $X^{11}=-c^2 R_0^1{}^0/g_{00}$  для метрик (11) и (13) связаны с вектором силы соотношением:  $F_1=-rX_{11}$  [7]. Поскольку величины  $X_{11}$  в гравитационных полях, созданных жидкой сферой и вакуумным пузырём, имеют противоположные знаки, можно утверждать: **сила притяжения обусловлена положительной, а сила отталкивания — отрицательной «кривизной времени»**. Таким образом, при условии  $b=[3/(\kappa\rho)]^{1/2}=(3/\lambda)^{1/2}$ , эквивалентном условию  $\kappa\rho=3/a^2$ ,

6 *Астрономическая единица*, или 1 а.е. есть расстояние от Земли до Солнца, равное  $1,5\times 10^{13}$  см.

7 Тензор  $R_{\alpha\beta\gamma\delta}$  пространства постоянной кривизны удовлетворяет условиям:  $R_{\alpha\beta\gamma\delta}=K(g_{\alpha\gamma}g_{\beta\delta}-g_{\beta\gamma}g_{\alpha\delta})$ .

**мгновенно:** 1) несжимаемая жидкость трансформируется в физический вакуум в состоянии инфляции; 2) гравитационное притяжение превращается в отталкивание; 3) «кривизна времени» меняет знак. Кроме того, при  $r=a$  вакуумный пузырь: 1) превращается в инфляционный коллапсар [4]; 2) испытывает разрыв пространства. Фактически жидкая сфера «выворачивается» во времени наизнанку, где «изнанкой» является инфляционный вакуум. Это выворачивание эквивалентно переходу с одной стороны трёхмерной поверхности Мёбиуса на другую при условии, что ход времени на одной из сторон противоположен ходу времени на другой. Это означает, что базисные векторы  $e_0$  на каждой из сторон имеют противоположные направления. Пространства с прямым ( $d\tau>0$ ) и обратным ( $d\tau<0$ ) ходом наблюдаемого времени (**пространства прошлого и будущего**) совпадают на гиперповерхности  $d\tau=0$  (**пространство настоящего**), где длины обоих векторов  $e_0=0$ . Таким образом, **физически наблюдаемое время подобно ленте Мёбиуса**. Как известно, обычная лента Мёбиуса — это трёхмерная неориентируемая поверхность<sup>8</sup> в евклидовом пространстве. Можно сказать по аналогии, что наблюдаемое время **трёхмерно**, а его измерения — это **прошлое, настоящее, будущее**. Время воспринимается сознанием как одномерное и направленное из прошлого в будущее. Между тем повторяемость в разные эпохи схожих по энергетике событий свидетельствует в пользу того, что **прошлое и будущее зеркальны по отношению друг к другу, а зеркалом является настоящее**. Однако абсолютно идентичных событий не бывает, поэтому можно сказать: **пространства прошлого и будущего для нас сотканы из разных тканей, материал которых соответствует энергетике времени их «изготовления»**.

Проиллюстрируем сказанное на конкретном примере. Поскольку жидкая сфера мгновенно трансформируется в вакуумный пузырь, рассмотрим их пространства как зеркальные отображения. Вычисляя  $d\tau=\pm(g_{00})^{1/2}dt$  для метрик (11) и (13), находим, соответственно:

$$d\tau_l=\pm(1/2)\{3[1-(\kappa r b^2)/3]^{1/2}-[1-(\kappa r r^2)/3]^{1/2}\}dt; d\tau_v=\pm(1-r^2/a^2)^{1/2}dt. \quad (16)$$

Легко видеть, что при  $b=(3/\kappa\rho)^{1/2}=a$  интервал  $d\tau_l$  переходит в  $d\tau_v$  при условии, что их знаки противоположны: если  $d\tau_l>0$ , получим  $d\tau_v<0$ ; если  $d\tau_l<0$ , то  $d\tau_v>0$ . Какое из этих пространств следует отождествить с наблюдаемой Вселенной, а какое — с его зеркальным отображением? Очевидно, выбор должен опираться на наблюдательные данные. Исследования спектров далёких галактик показали, что спектральные линии смещены в сторону более низких частот (*красное смещение*). Поэтому мир с прямым ходом времени — тот, где частота излучения удалённого источника в точке наблюдения  $\omega_{obs}$  меньше частоты в точке испускания  $\omega_{em}$  ( $\omega_{obs}<\omega_{em}$ ), а зазеркалье — мир, где  $\omega_{obs}>\omega_{em}$ . Точное выражения для наблюдаемой частоты получается путём решения уравнений *изотропных геодезических* (траекторий распространения света), записанных в терминах физических наблюдаемых [2]. Решая их для метрик (11) и (13), находим, соответственно:

$$\omega_l = P/\{3[1-(\kappa r b^2)/3]^{1/2}-[1-(\kappa r r^2)/3]^{1/2}\}, \omega_v = Q/(1-r^2/a^2)^{1/2}, \quad (17)$$

где  $P$  и  $Q$  — постоянные интегрирования. В современной космологии большую роль играет величина  $z=(\omega_{em}-\omega_{obs})/\omega_{obs}$ , характеризующая изменение излучаемой частоты источника по отношению к наблюдаемой. Условие  $z>0$  означает, что частота света, излучаемого источником, больше наблюдаемой: по мере распространения в пространстве свет «краснеет» (*красное смещение*). Если  $z<0$ , то частота излучаемого света смещается в фиолетовую сторону (*фиолетовое смещение*). Используя (17), легко найти, что в пространстве жидкой сферы (11) частоты смещены в фиолетовую сторону, а в физическом вакууме (13) — в красную. Поскольку наблюдается именно красное смещение, в качестве мира с прямым

<sup>8</sup> Поверхность является *ориентируемой*, если вектор нормали к ней сохраняет направление, в противном случае она называется *неориентируемой* (бутылка Клейна, лист Мёбиуса).



ходом времени (*пространство прошлого*) следует избрать пространство де Ситтера, заполненное физическим вакуумом с положительной плотностью (13), тогда *пространство будущего* — жидкая несжимаемая сфера (11), следовательно,  $d\tau_1 > 0$ ,  $d\tau_2 < 0$ . Трансформация будущего в прошлое реализуется через настоящее: содержимое верхней части элементарного светового конуса (**будущее**), построенного в каждой точке пространства-времени (6), перетекает в его нижнюю часть через эту точку (**настоящее**) и становится **прошлым**. При этом вектор, касательный к линии времени, в каждой из половинок конуса имеет противоположные знаки, а в вершине конуса становится нулевым. Из (10) следует, что остановка времени обусловлена коллапсом, следовательно, **будущее трансформируется в прошлое через состояние коллапса**. Выясним, какая именно структура коллапсирует в процессе мгновенного перехода из пространства жидкой сферы в пространство физического вакуума.

Ключевым моментом материализации будущего является условие

$$b = [3/(\kappa\rho)]^{1/2} \equiv a = [3/\lambda]^{1/2}, \quad (18)$$

характеризующее **мост между прошлым и будущим**. Очевидно, «протяжённость» моста зависит от плотности материи, заполняющей пространство будущего. Выше было показано, что при  $\rho \sim 10^{-29}$  г/см<sup>3</sup> длина моста соизмерима с наблюдаемым радиусом Вселенной  $a = 1,3 \times 10^{28}$  см. Это означает, что события Вселенной формируются на расстоянии  $a$ , называемом «горизонтом событий»<sup>9</sup>. Поскольку расстояния во Вселенной измеряются посредством света, для которого понятия «длина» и «длительность» тождественны (6), то расстояние до события равно времени распространения сигнала от него. При этом информация о свершившемся событии (мировой точке) появляется одновременно и в прошлом, и в будущем. В пространстве де Ситтера (вакуумный пузырь) условие (6) имеет вид:  $cd\tau = dr/(1 - r^2/a^2)^{1/2}$ . Полагая начальные значения в точке наблюдения  $\tau=0$ ,  $r=0$ , находим в результате интегрирования:  $r = a \times \sin(H\tau)$ , где  $H = c/a = 2,3 \times 10^{-18}$  сек<sup>-1</sup> — постоянная Хаббла. Легко видеть, что  $r$  принимает максимальное значение  $a$  при  $\tau = \pi/(2H)$ , минимальное  $r=0$  при  $\tau = \pm\pi/H$ . Можно сказать, что свет представляет собой синусоидальную волну (гармоническое колебание), распространяющуюся в физическом вакууме со скоростью  $dr/d\tau = c \times \cos(H\tau)$  и циклической частотой  $H = 2\pi/T$ , где  $T$  — период колебаний (продолжительность существования мира прошлого). Легко подсчитать, что  $T = 86,3 \times 10^9$  лет. Фотон, испущенный в некоторой точке, достигнет горизонта событий за промежуток времени  $\tau = 21,6 \times 10^9$  лет. Из (17) следует, что наблюдаемая циклическая частота фотона, испущенного с расстояния  $r=a$ , является бесконечно большой, следовательно, такой «фотон» достигает наблюдателя **мгновенно**. Безмассовые частицы<sup>10</sup>, распространяющиеся мгновенно, названы *нуль-частицами* [6]. Они являются носителями **дальнегодействия** (мгновенной передачи информации). Таким образом, информация с расстояний  $r < a$  приходит к наблюдателю (*материализуется*) посредством фотонов, распространяющихся со скоростью  $c$ . Информация с горизонта событий материализуется мгновенно, но в виде нуль-частиц — материи более тонкой, чем свет. Асимптотическое возрастание частоты фотона при приближении к горизонту событий рассматривается в современной космологии, основанной на фридмановских расширяющихся моделях, трактуется как «ускоряющееся разбегание галактик» по мере их удаления от наблюдателя к «краине Вселенной».

Рассмотрим величину  $a$  как радиус сферы массы  $M$ , заполненной средой с постоянной плотностью  $\rho$ . Полная масса сферы выражается через тензор энергии-импульса среды по формуле  $M = 4\pi \int_0^a T_0^0 r^2 dr = 4\pi \int_0^a \rho r^2 dr$  [3]. Интегрируя это выражение в пределах от 0 до  $a$ , находим  $M = 4\pi \rho a^3/3$ . Подставляя  $\rho = 3M/(4\pi a^3)$  и  $\kappa = 8\pi G/c^2$  в (18), получаем  $a = 2GM/c^2 = r_g$ . Величина  $r_g$  (гравитационный радиус) есть характерный размер горизонта событий «чёрной дыры»,

9 *Горизонт событий* — граница области пространства-времени, начиная с которой информация, распространяющаяся со скоростью  $c$ , не может достичь наблюдателя.

10 *Безмассовыми* называются частицы, для которых масса покоя  $m_0=0$ , а релятивистская масса  $m \neq 0$ .

созданной невращающейся незаряженной уединённой массой, описываемой известной метрикой Шварцшильда [8]:

$$ds^2 = (1 - r_g/r)c^2 dt^2 - dr^2/(1 - r_g/r) - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2). \quad (19)$$

Чёрной дырой называется состояние пространства-времени (19) при условии  $r=r_g$ . В этом случае имеет место коллапс ( $g_{00}=0$ ), следовательно, наблюдаемое время останавливается ( $d\tau=0$ ). В невращающемся и недеформирующемся трёхмерном пространстве (19) действует гравитационная сила притяжения  $F_1 = -c^2 r_g / [2r^2(1 - r_g/r)]$ . Легко видеть, что  $F_1 \rightarrow \infty$ , если  $r \rightarrow r_g$ . Из сравнения метрик (13) и (19) следует, что в обоих имеется горизонт событий, на котором гравитационные силы становятся бесконечно большими. Пространство Шварцшильда при  $r=r_g$  превращается в чёрную дыру под действием гравитационного сжатия. Пространство де Ситтера при  $r=a$  под действием гравитационной силы отталкивания превращается в инфляционный коллапсар, который можно назвать «белой дырой». Поэтому физическая природа чёрных и белых дыр различна. Из сказанного следует, что горизонт событий пространства прошлого одновременно является поверхностью сферы Шварцшильда (горизонта событий) чёрной дыры и поверхностью инфляционного коллапсара (белой дыры). Обычно возникновение чёрных дыр связывают с коллапсом сверхплотных звёзд на последней стадии эволюции. Однако из полученных результатов следует, что коллапсаром может быть объект, обладающий чрезвычайно малой плотностью, но огромным размером, соизмеримым с пространством наблюдаемой Вселенной. Предположение о том, что радиус Метагалактики есть горизонт событий было выдвинуто Кириллом Станюковичем [9]. Полагая максимальный радиус Вселенной  $a=1,3 \times 10^{28}$  см, найдём её массу  $M=c^2 a / 2G=8,8 \times 10^{55}$  г и плотность  $\rho=3M/(4\pi a^3)=9,6 \times 10^{-30}$  г/см<sup>3</sup>. Эти величины согласуются с принятыми в современной космологии.

#### 4. Заключение

Итак, прошлое, настоящее, будущее есть три измерения объёма времени, отведённого нам для эволюции. Наша Вселенная перерабатывает пространство будущего в пространство прошлого через **сингулярную поверхность** — пространство настоящего. Эта поверхность в свою очередь есть арена борьбы двух противоположных сил — сжатия и расширения. Вселенная будет существовать до той поры, пока не переработает (превратит в прошлое) весь ресурс предназначенного нам времени будущего. Когда отпущенный нам ресурс времени иссякнет, белая дыра неминуемо превратится в чёрную — гравитационную сингулярность, существовавшую до начала времени. Масса этой сингулярности, являющаяся скрытой, ответственна за гравитационное взаимодействие, которое в конечном итоге приведёт к сжатию нашего пространства. Возможно, это и есть гипотетическая «тёмная масса», влияющая на движение звёзд в галактиках. Энергия физического вакуума, ответственного за наличие сил отталкивания и проявляющаяся как эффект «разбегания галактик», может быть названа «светлой энергией»<sup>11</sup>, или «Живой Водой Вселенной». Она возникает как результат переработки материи пространства будущего сингулярной поверхностью, являющейся «скорлупой» Вселенной. В конце времени скорлупа неминуемо сожмётся и заключённое в ней содержимое станет основой новой Вселенной — одной из ячеек Бесконечности.

#### Литература

1. Рашевский П.К. Риманова геометрия и тензорный анализ. М., «Наука», 1967.
2. Зельманов А.Л. «К теории неоднородной анизотропной Вселенной». Труды шестого совещания по

<sup>11</sup> В современной космологии энергия вакуума называется «тёмной энергией».

- вопросам космогонии. М., изд-во АН СССР, 1959.
3. *Ландау Л.Д.* Теория поля. М, «Наука», 1967.
  4. *Borissova L. and Rabounski D.* Fields, Vacuum and the Mirror Universe. 2nd edition, Svenska fysikarkivet, Stocholm, 2009.
  5. *Schwarzschild K.* Über das Gravitationsfeld einer Kugel aus incompressibler Flüssigkeit nach der Einsteinschen Theorie. Sitzungberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaft, 1916, 426–435.
  6. *Borissova L.* The Gravitational Field of a Condensed Matter Model of the Sun: the Space Breaking Meets the Asteroid Strip. The Abraham Zelmanov Journal, 2009, vol.2, 224–260.
  7. *Borissiva L.* De Sitter Bubble as a Model of the Observable Universe. The Abraham Zelmanov Journal, 2010, vol.2, 208–223.
  8. *Schwarzschild K.* Über das Gravitationsfeld eines Massenpunktes nach der Einsteinschen Theorie. Sitzungberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaft, 1916, 189–196.
  9. *Станюкович К.П.* К вопросу о существовании устойчивых частиц в Метагалактике. Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М., Атомиздат, 1966, 266–278.