

Лариса Борисова

ПРОСТРАНСТВО-ВРЕМЯ КАК ЧЕТЫРЁХМЕРНАЯ ПРОЕКЦИЯ МНОГОМЕРНОГО МИРА

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.

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 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 всём пространстве. 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 ОТО¹. 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 α и β 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^α 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 систему базисных векторов e_α , касательных к координатным линиям x^α , тогда метрический тензор примет вид [2]:

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

где e_α – 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 элементарный интервал 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 величин 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**.

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. Элементарный² криволинейный световой конус описывается уравнением (6). В этом случае между конусами прошлого и будущего находится мембрана, описываемая уравнениями $cdt = \pm d\sigma = 0$, 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 как $h = \det|h_{ik}| = 0$. Поскольку детерминанты метрик $g_{\alpha\beta}$ и h_{ik} связаны соотношением $(-g)^{1/2} = h(g_{00})^{1/2}$, из условия $h=0$ следует, что $g=0$; следовательно, метрика $g_{\alpha\beta}$ в области перехода прошлого в будущее является вырожденной, поэтому неримановой³. 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 поверхности⁴, 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 $\tau=\tau_0=const$, 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 отсутствие гравитационного поля ($w=0$) имеем $v_i u^i=c^2$. Это означает, что оба вектора совпадают, а их длины равны c . Если w , пространство вращается с досветовой скоростью $0 \neq v^i$; 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 $e_0=0$, то есть 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 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.

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 сфероидами. 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 сингулярности⁵, 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 нами в [6], имеет вид:

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

где $\kappa = (8\pi G)/c^2 = 18,6 * 10^{-28}$ см/г – эйнштейновская константа, G – ньютонская 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 ($g_{00}=0$) при $r_c = [9b^2 - 24/(\kappa\rho)]^{1/2}$; 2) имеет разрыв пространства (g_{11} стремится к бесконечности) 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

радиусе $b=[8/(3\kappa\rho)]^{1/2}$. Если плотность $\rho\sim 10^{-29}$ г/см³ (предполагаемое значение плотности вещества во Вселенной), то пространство Вселенной коллапсирует при радиусе $b>=1,2*10^{28}$ см, имеет разрыв пространства при $r_{br}=1,3*10^{28}$ см. Обе величины близки по значениям предельному наблюдаемому расстоянию $a=1,3*10^{28}$ см, названному «радиусом Вселенной», или «горизонтом событий». Если жидкая сфера состоит из воды ($\rho=1$ г/см³), она коллапсирует при радиусе $b>3,8*10^{28}$ см=2,5 а.е. и имеет разрыв пространства при $r_{br}=4*10^{28}$ см=2,7 а.е.⁶. 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 равно $\rho=10^{14}$ г/см³ (внутри атомного ядра), то радиус сферы $b>3,8*10^6$ см, $r_{br}=4*10^6$ см. Предполагается, что плотность нейтронных звёзд равна ядерной, а их размеры составляют десятки километров. Возможно, более крупные нейтронные звёзды не наблюдаемы, так как являются коллапсами.

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

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

Метрика (13) описывает пространство де Ситтера, заполненное материей особого типа, называемой *физическим вакуумом*, или λ -вакуумом, где космологическая константа λ приблизительно равна 10^{-56} см⁻² 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 $U^{ik}=c^2T^{ik}=-\lambda c^2/\kappa h^{ik}$ #[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:

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

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 $R_{\alpha\beta\gamma\delta}$ ⁷. Наблюдаемые проекции тензора $R_{\alpha\beta\gamma\delta}$ на время $X^{11}=-c^2 R_0^1{}^1{}_0/g_{00}$ 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 пузырьём, 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 $\kappa\rho=3/a^2$, **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 нулевые ($e_0=0$). Таким образом, **физически наблюдаемое время подобно ленте Мёбиуса**. Как известно, обычная лента Мёбиуса – это трёхмерная неориентируемая поверхность⁸ 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:

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

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 ω_{obs} меньше частоты в точке испускания (ω_{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:

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

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 ходом времени (*пространство прошлого*) следует выбрать пространство де Ситтера, заполненное физическим вакуумом с положительной плотностью (13), тогда *пространство будущего* – это жидкая несжимаемая сфера (11), следовательно, $d\tau_V>0$, $d\tau_I<0$. 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:

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

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/см³ длина моста соизмерима с наблюдаемым радиусом Вселенной $a=10\times 1,3^{28}$ см. Это означает, что события Вселенной формируются на расстоянии a , называемом «горизонтом событий»⁹. 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: $r=a*\sin(H\tau)$, где $H=c/a=2,3*10^{-18}$ сек⁻¹ – постоянная Хаббла. Видно, 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 $dr/d\tau=c*\cos(H\tau)$ и циклической частотой $H=2\pi/T$, где T – период колебаний (продолжительность существования мира прошлого). Легко подсчитать, что $T=86,3*10^9$ лет. Фотон, испущенный в некоторой точке, достигнет горизонта событий за промежуток времени $\tau=21,6*10^9$ лет. Из (17) следует, что наблюдаемая циклическая частота фотона, испущенного с расстояния $r=a$, является бесконечно большой, следовательно, такой «фотон» достигает наблюдателя **мгновенно**.

Безмассовые частицы¹⁰, распространяющиеся мгновенно, названы *нуль-частицами* [6]. Они являются носителями **дальнодействия** (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, и трактуется как «ускоряющееся разбегание галактик» по мере их удаления от наблюдателя к «окраине Вселенной».

Рассмотрим величину a как радиус сферы массы M , заполненной средой с постоянной плотностью ρ . Полная масса сферы выражается через тензор энергии-импульса среды по формуле: $M=4\pi\int T_0^0 r^2 dr=4\pi\int \rho r^2 dr$ [3]. Интегрируя это выражение в пределах от 0 до a , находим значение для массы: $M=4\pi\rho a^3/3$. 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», 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: $F_1=-c^2 r_g/[2r^2(1 - r_g/r)]$. Ясно, что $F_1 \rightarrow \infty$, если $r \rightarrow r_g$. Из сравнения метрик (13) и (19) следует, что в обеих 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 их 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 $a=1,3 \cdot 10^{28}$ см, найдём её массу $M=c^2 a/2G=8,8 \cdot 10^{55}$ г и плотность $\rho=3M/(4\pi a^3) = 9,6 \cdot 10^{-30}$ г/см³. Эти величины согласуются с принятыми в современной космологии.

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»¹¹, 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.

Примечания:

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: + – – –.

² Поскольку в искривлённом пространстве проблема интегрирования не является тривиальной, световой конус является локальным: он вводится в окрестности dx^α 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*.

⁵ Сингулярность – особая точка или поверхность, имеющая разрывы.

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

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

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

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 $m \neq 0$.

¹¹ В современной космологии энергия вакуума называется «тёмной энергией».

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 вопросам космогонии. М.: Изд. 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. Stockholm. 2009.

[5] Schwarzschild K. Über das Gravitationsfeld einer Kugel aus incompressibler Flüssigkeit nach der Einsteinischen Theorie / Sitzungberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaft. 1916, 426.

[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.V.2, 224.

[7] Borissiva L. De Sitter Bubble as a Model of the Observable Universe //The Abraham Zelmanov Journal. 2010. V.2, 208.

[8] Schwarzschild K. Über das Gravitationsfeld eines Massenpunktes nach der Einsteinischen Theorie / Sitzungberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaft. 1916, 189.

[9] Станюкович К.П. К вопросу о существовании устойчивых частиц в Метагалактике. Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1966. С.266.

Об авторе: *Борисова Лариса Борисовна*, кандидат физико-математических наук.
lborissova@yahoo.com

Источник: Интернет-журнал «Дельфис»
<http://www.delphis.ru/journal/article/prostranstvo-vremya-kak-chetyrekhmernaya-proektsiya-mnogomernogo-mira>