

# ВРЕМЯ КАК ФЕНОМЕН РАСШИРЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ

Михаил Х.Шульман

*Оргтехдиагностика, shulman@dol.ru*

Рассмотрена модель Вселенной (близкая к модели Фридмана-Эйнштейна) в виде 3-мерной гиперповерхности шара в чисто евклидовом 4-мерном континууме. Дан анализ ограничений принципа эквивалентности Эйнштейна и роли статического давления материи, найдено новое решение космологических уравнений. Время отождествляется с возрастающим радиусом Вселенной и всегда направлено по нормали к гиперповерхности шара. Физический смысл приписывается не частицам, а их мировым линиям, на этой основе и с учетом расширения Вселенной раскрывается суть феномена движения тел. Показана ограниченность принципа относительности, объясняется экспериментальный факт анизотропии реликтового излучения. Формулируется гипотеза, что масса частицы есть квантовое число – отношение диаметра Вселенной к длине волны де Бройля – которое растет со временем. В новой космологии модель "большого взрыва", предполагающая сохранение массы и энергии Вселенной, заменяется на модель "энергетического насоса". С новых позиций рассмотрена проблема необратимости эволюции Вселенной.

Ключевые слова: *космологическая постоянная, гравитационный парадокс, стрела времени, тяготение, сохранение энергии, выделенная система отсчета, масса покоя, радиус кривизны, закон Хаббла, отрицательное давление, пылевидная материя, критическая плотность.*

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Природа времени до сих пор остается недостаточно ясной для естествознания и натурфилософии.

В механике Ньютона время представляет собой некоторый универсальный параметр. Его значение по неизвестной для нас причине неуклонно возрастает одинаковым образом во всех точках Вселенной. Все физические процессы происходят в пространстве в соответствии с течением времени.

В специальной теории относительности (СТО) время и пространство объединены в 4-мерный континуум. Однако и там время сохраняет особый характер, что проявляется в использовании комплексных чисел при описании метрики. В СТО также подразумевается рост времени в любой системе отсчета.

Общая теория относительности (ОТО) позволила связать свойства времени с полями тяготения и геометрией пространства. Течение времени стало связываться с пространственным расширением Вселенной.

Традиционное описание физических процессов основано на использовании представления о ходе времени в качестве первичного, исходного. С другой стороны, в современной физике делаются попытки прийти к понятию времени как ко вторичному, дедуцируемому или конструируемому на базе некоторых иных (микроскопических) фундаментальных понятий (Владимиров, 1998).

Однако возможен и третий путь, в известной мере противоположный первому. Он лежит в основе представленной публикации и в качестве отправной точки содержит следующий вопрос: "А не существует ли во Вселенной процесса, имеющего исключительно общий характер, который мог бы *породить* физическое время?"

Такой фундаментальный космологический процесс действительно существует и хорошо известен науке. Это – расширение Вселенной, открытое в первой трети XX века американским астрономом Э.Хабблом и другими (Шаров, Новиков, 1989). Под ним понимается не удаление тел от общего центра, а "всеобщее" увеличение расстояний между всеми 3-мерными телами. Похожее "разбегание" 2-мерных фигур происходит на поверхности воздушного шара при его заполнении газом. При этом центр шара не принадлежит поверхности, а все точки поверхности шара (Вселенной) равноправны.

Чуть раньше, чем экспериментальные наблюдения, к тем же представлениям привела и теоретическая физика. Как известно, в 1905 году появилась специальная теория относительности, а к 1916 году – общая теория относительности Эйнштейна. После этого, начиная с работ А.А.Фридмана, была развита модель расширяющейся Вселенной.

## **2. НЕСТАЦИОНАРНАЯ КОСМОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭЙНШТЕЙНА-ФРИДМАНА**

Современные представления об эволюции Вселенной восходят к простейшей космологической модели Эйнштейна-Фридмана (Эйнштейн, 1955), оперирующей с трехмерным неевклидовым пространством переменного во времени радиуса кривизны  $R$  (сферической гиперповерхностью 4-мерного евклидова шара). Указанное пространство предполагается в этой модели изотропным и заполненным "пылевидной"

материей, а время выступает в качестве формального параметра, от которого и зависит "текущая" кривизна пространства. Уравнения Фридмана-Эйнштейна записываются в виде:

$$\begin{aligned} k \cdot (c/R)^2 + (R'/R) - 2(\ddot{R}/R) &= -8 \cdot \pi \cdot G \cdot P / c^2 \\ k \cdot (c/R)^2 + (\dot{R}/R) &= 8 \cdot \pi \cdot G \cdot \rho / 3, \end{aligned}$$

где  $G$  – постоянная в законе всемирного тяготения Ньютона,  $c$  – скорость света,  $\rho$  – плотность,  $P$  – давление,  $k = 0, 1$  или  $-1$  в зависимости от знака кривизны. Штрих здесь обозначает дифференцирование по времени.

Скалярное давление, которое содержится в правой части первого уравнения, может быть обусловлено скоростями частиц, т.е. связано с их кинетической энергией, так что для покоящейся материи такое (динамическое) давление равно нулю. Первоначально Эйнштейн пытался использовать отрицательное давление, не связанное с движением материи, чтобы получить не зависящее от времени решение. Это был вынужденный шаг с его стороны, поэтому позже он отказался от этой идеи в пользу нестационарного решения, предложенного Фридманом.

Хорошо известны три класса таких решений, выбор между которыми зависит от соотношения между реальной ( $\rho$ ) и "критической" ( $\rho_{кр}$ ) величиной средней плотности материи во Вселенной:

- при  $\rho > \rho_{кр}$  радиус кривизны сначала растет со временем, а затем убывает, кривизна положительна;
- при  $\rho_{кр} > \rho > 0$  радиус кривизны неограниченно возрастает со временем, кривизна отрицательна;
- при  $\rho = \rho_{кр}$  Вселенная имеет плоскую метрику, кривизна отсутствует.

Здесь под критической плотностью подразумевается величина

$$\rho_{кр} = 3 \cdot H^2 / (8 \cdot \pi \cdot G),$$

где  $H$  – постоянная Хаббла. Отметим, что в случае  $\rho = \rho_{кр}$  постоянная Хаббла оказывается обратно пропорциональной возрасту Вселенной.

Заметим, что и давление, и плотность материи вводятся в уравнения "внешним" образом. Эти параметры в правой части уравнений определяют неизвестные параметры в левой части, так что решение уравнений сводится к поиску формальных зависимостей неизвестных *геометрических* величин от заданных *физических* величин. В эти зависимости в качестве аргумента включают и *время*, предварительно *постулировав* априорное наличие этой физической сущности.

### **3. МОЖНО ЛИ ПРЕНЕБРЕГАТЬ СТАТИЧЕСКИМ ДАВЛЕНИЕМ МАТЕРИИ?**

Итак, Эйнштейн в поисках решения для (ранней) стационарной модели был вынужден ввести в свои уравнения т.н. космологическую постоянную. Эта постоянная отвечала *отрицательному давлению* материи, физического смысла которого Эйнштейн установить не сумел. В нестационарной модели решение существует и в отсутствие космологической постоянной, поэтому ее обычно полагают равной нулю. Как правило, скоростями частиц пренебрегают, поэтому и (*динамическое*) давление материи также не учитывают.

Я, однако, настаиваю на необходимости учета *статического* давления гравитирующей материи. Его действительно можно игнорировать в тех случаях, когда применим принцип эквивалентности Эйнштейна. Согласно ему, гравитационное поле *всегда* можно заменить ускоренной системой отсчета, ограничиваясь, по сути дела, чисто кинематическим аспектом. Дело, однако, заключается в том, что *не всякое* поле можно считать (хотя бы локально) однородным (см. рис.1). Если гравитационный радиус частицы-источника и/или *пробной частицы* того же порядка, что и расстояние между ними, то предложенное Эйнштейном уравнение, связывающее геометрическую характеристику пространства в поле тяготения с физической характеристикой материи, оказывается неполным. Точнее говоря, в тензоре плотности материи уже неправомерно полагать статическое давление заведомо равным нулю, а необходимо ввести его (вообще говоря, ненулевое) значение, учитывающее *энергию деформации пространства*.

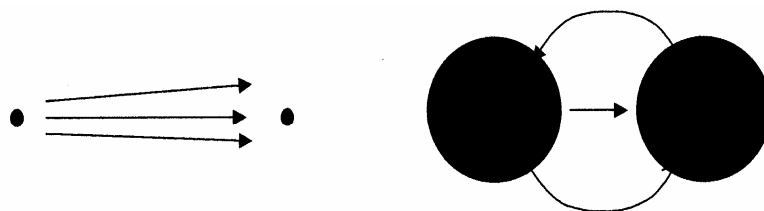


Рис.1. Слева – локально однородное поле тяготения, справа – поле, которое нельзя считать однородным даже локально.

Важны ли предлагаемые поправки? Специалистам известно, что гравитационный радиус Метагалактики *действительно* сравним с ее реальными размерами. В книге автора (Шульман, 2003) показывается, что радиус Вселенной *меньше* ее гравитационного радиуса.

Там же показано, что результирующее гравитационное давление во Вселенной оказывается *отрицательным* (и фактически ответственным за космологический член в уравнении Эйнштейна). Данный факт кажется очевидным, т.к. сила гравитации стремится *сжать* любое скопление материи. Но к этому результату можно прийти нетривиальным путем, рассматривая давление как силу реакции, действующую внутри однородного шара из несжимаемой жидкости.

В книге Толмена (Толмен, 1974) описана задача об однородном материальном шаре конечного радиуса, решение которой было найдено Шварцшильдом. Там указана зависимость безразмерного давления ( $3P/\rho c^2$ ) внутри шара в функции от его (ненулевой) плотности. Из нее следует (см. подробный анализ в (Шульман, 2003)), что если радиус кривизны (который выражается через гравитационный радиус) шара не более чем (примерно) на 1% превышает его геометрический радиус (или еще меньше), то на границе внутренней области возникает скачок давления в сторону отрицательных значений (рис.2).

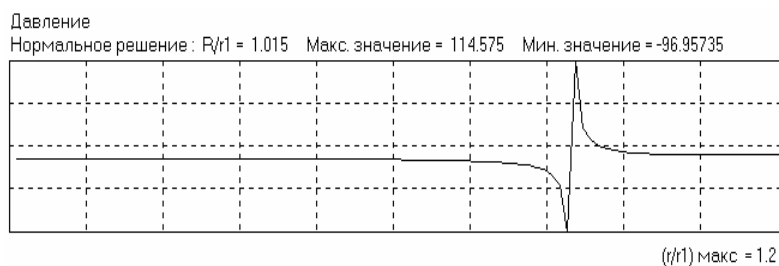


Рис.2. Характер изменения давления в непосредственной близости от пограничного коллапса. По оси ординат отложено безразмерное давление, по оси абсцисс – отношение расстояния  $r$  от центра шара к радиусу шара  $r_1$ . В данном случае коллапс не наступает, поскольку отношение радиуса кривизны  $R$  больше радиуса шара  $r_1$ .

Итак, еще в отсутствие коллапса (но вблизи границы, при которой он наступает), мы сталкиваемся со своеобразным феноменом – отрицательным давлением. Отрицательные давления не являются для физики чем-то новым. В обычных условиях давление тел положительно, т.е. направлено так, как если бы тело стремилось расширяться. Это, однако, не обязательно, и тело может находиться также и в состояниях с отрицательными давлениями: в таких состояниях тело как бы "растянуто" и потому стремится сжаться. Например, отрицательным давлением может обладать перегретая жидкость; такая жидкость действует на ограничивающую ее поверхность с силой, направленной внутрь объема жидкости. В рассматриваемом случае отрицательное давление может быть обусловлено "растяжением" объема вследствие изменения метрики.

Решение Шварцшильда связывает плотность шара с давлением материи внутри шара. Оно дает *конечную* (отличную от нуля) величину давления при сколь угодно малой ненулевой плотности материи. Таким образом, для однородного шара в общем случае отличны от нуля все компоненты тензора плотности энергии-импульса, сколь малой бы ни была плотность материи  $\rho$ . Кстати, заметим, что основное уравнение Эйнштейна исторически было сконструировано чисто эвристическим путем, его левая (геометрическая) часть приравнивается к правой (физической) части просто по аналогии с классическим уравнением Пуассона. Из только что рассмотренного примера видно, что нет никаких принципиальных оснований априори полагать равным нулю обусловленное гравитацией давление материи, которое существует и в теории, и в реальности.

Попытка распространить представление о материальном шаре на всю Вселенную представляется вполне логичной. Хотя априорное пренебрежение статическим давлением в космологической модели можно пытаться мотивировать его малой величиной, нельзя быть уверенным в правильности получаемых результатов. Более

того, при анализе космологической проблемы ситуация становится, как мне кажется, еще сложнее.

Действительно, при средней плотности вещества во Вселенной порядка  $10^{-30}$  г/см гравитационный радиус нашей Вселенной достигает величины  $10^{28}$  см, что, по видимому, не меньше, чем ее геометрический размер; следовательно, и отношение ее *геометрического* радиуса к радиусу *кривизны*  $R$ , скорее всего, больше единицы. А это означает, что рассмотрение решения для коллапсирующего шара – отнюдь не пустое занятие. При сильном коллапсе получаем, что

$$P = -c^4 / (8 \cdot \pi \cdot G \cdot R^2) - \rho c^2 / 3.$$

Отметим, что в случае строгого равенства единице отношения *геометрического* радиуса к радиусу *кривизны*  $R$  в любой точке внутри шара имеем  $P = -\rho c^2$ .

#### 4. НОВЫЕ РЕШЕНИЯ КОСМОЛОГИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

Исходя из необходимости глобального учета гравитационного давления, будем отныне считать в общем случае величину этого давления  $P$  в космологических уравнениях Эйнштейна отличной от нуля. Оказывается, что в этом случае возникают, по крайней мере, два новых замечательных решения.

Первое решение отвечает стационарному случаю  $R' = 0, R'' = 0$ . Подставив эти условия в уравнение, получим:

$$\begin{aligned} (c/R)^2 &= -8 \cdot \pi \cdot G \cdot P / c^2 \\ (c/R)^2 &= 8 \cdot \pi \cdot G \cdot \rho / 3, \end{aligned}$$

откуда следует связь между плотностью и радиусом кривизны:

$$\rho = 3 \cdot c^2 / (8 \cdot \pi \cdot G \cdot R^2).$$

Но этот результат совпадает, как нетрудно заметить, с предельным случаем задачи для локального однородного коллапсирующего шара, рассмотренной выше.

Весьма сходный по сути дела результат получил для своей первоначальной модели А.Эйнштейн, когда, убедившись в отсутствии стационарного решения при  $P = 0$ , был вынужден искусственно ввести в свое уравнение знаменитую космологическую постоянную. В дальнейшем вопрос об этой величине и ее физическом смысле повис в воздухе и считается открытым вплоть до настоящего времени. Таковы издержки методологической традиции.

Второе замечательное решение возникает, если принять условия  $R' = c$ ,  $R'' = 0$ , согласно которым радиус кривизны растет строго пропорционально времени. Подставив данные условия в приведенные выше уравнения Эйнштейна, найдем:

$$\begin{aligned} 2 \cdot (c \neq R)^2 &= -8 \cdot \pi \cdot G \cdot P / c^2 \\ 2 \cdot (c \neq R)^2 &= 8 \cdot \pi \cdot G \cdot \rho / 3, \end{aligned}$$

при этом коэффициент связи между давлением и радиусом кривизны по сравнению со стационарной моделью отличается в два раза. В обоих случаях соотношение между давлением и плотностью имеет вид:

$$P = -\rho \cdot c^2 / 3.$$

Важно отметить, что найденное решение в явном виде вообще не содержит такой параметр, как время, а зависит лишь от радиуса кривизны  $R$ . Далее, линейная зависимость радиуса кривизны от времени, будучи постулированной, не должна теперь выводиться из полученных соотношений; этот же постулат делает ее физически не зависящей (во времени) от плотности материи.

Отсюда следует вывод, противоречащий принятой традиции решения уравнений поля, но полностью отвечающий самому духу эйнштейновского подхода, направленного на геометризацию физики. Он состоит в том, чтобы из найденных выражений искать плотность и давление материи в виде зависимостей от кривизны пространства, а не наоборот:

$$\begin{aligned} \rho &= 3 \cdot c^2 / (4 \cdot \pi \cdot G \cdot R^2) \\ P &= -c^4 / (4 \cdot \pi \cdot G \cdot R^2). \end{aligned}$$



На языке физики это означает, что плотность и давление материи суть просто данные нам в ощущениях (измерениях) характеристики кривизны пространства, т.е. что они являются вторичными, зависимыми от нее величинами. Добавим, что этот путь, в сущности, обозначил сам Эйнштейн, введя замкнутую на себя Вселенную, т.е. заменив задание фиксированных условий на границах условием самосогласованности решения!

## **5. ЗАМКНУТОСТЬ ВСЕЛЕННОЙ**

Космологическая модель Фридмана ничего не могла сказать о происхождении Вселенной. Напротив, развиваемый в данной работе подход позволяет довольно наглядным образом подойти к этой проблеме. Как отмечено в работе Толмена (Толмен, 1974), для любого материального шара с ненулевой плотностью метрика этой области искажается по отношению к евклидовой, ее геометрия совпадает с геометрией четырехмерной сферической гиперповерхности.

В работе автора (Шульман, 2003) рассмотрено, как выглядит график гравитационного потенциала для поля тяготения обычного шара и коллапсирующего объекта. В первом случае его можно уподобить небольшой "ямке", радиус кривизны которой много больше ее геометрического размера. Однако с ростом плотности вещества метрика все более деформируется, и "ямка" в конце концов превращается в своего рода "пропасть", связанную с внешней поверхностью лишь узкой горловиной. Только одна эта горловина (или даже ее часть) и видна внешнему наблюдателю, тогда как непреодолимый барьер тяготения превращает центральную область объекта в "затерянный мир".

С точки зрения внешнего мира, это – черная дыра, необратимо поглощающая вещество и излучение. С другой стороны, для обитателей нашей Вселенной "пуговина", связывающая ее с внешним Миром, должна казаться сферической белой дырой, из которой вещество и излучение непрерывно поступают и, быть может, позволяют судить о свойствах этого внешнего Мира. Тем, кто читал фантастическую повесть В.А.Обручева "Плутония", это наверняка напомним описанную там северную впадину, ведущую в гигантскую подземную полость с центральным светилом в центре Земли.

Может ли быть, что мы являемся обитателями именно такой черной дыры? Моя гипотеза утвердительно отвечает на этот вопрос. Отрицательный знак давления, обусловленный непрерывно увеличивающимся размером нашего Мира, приводит именно к такому выводу. Да и сама замкнутость Вселенной получает физическое объяснение.

То обстоятельство, что при ничтожной плотности вещества гравитационный радиус оказывается больше геометрического (и, следовательно, сама Вселенная – "черной дырой"), объясняется, как известно, следующим простым соображением: при заданной плотности и сферической форме гравитационный радиус пропорционален массе объекта, а геометрический – всего лишь кубическому корню из массы.

Это же обстоятельство согласуется и с замкнутостью Вселенной, отсутствием у нее границ при конечном объеме. И, кроме того, подтверждает сформулированное выше предположение о том, что область локализации энергии покоя материи Вселенной не превышает области, в которой действует гравитация.

По современным оценкам значение вышеупомянутой космологической постоянной Эйнштейна для традиционной модели составляет примерно  $10^{-56}$  см<sup>-2</sup>. Нетрудно заметить, что эта величина очень близка к единице, деленной на квадрат радиуса Вселенной, что представляется весьма симптоматичным.

Далее, астрофизические наблюдательные данные (Сажин, 2002, с.21), интерпретируемые в духе модели Эйнштейна-Фридмана, указывают на два взаимосвязанных эффекта – ускоренное расширение Вселенной и существование в ней огромного количества "темной" материи. Ускорение расширения объясняют отличием от нуля космологической постоянной. Одновременно констатируется, что "ненулевое значение космологической постоянной производит тот же эффект, что и однородно распределенная темная материя". Таким образом, наша модель, учитывающая статическое давление материи, вполне могла бы объяснить оба эффекта.

В современной ОТО построена специфическая картина коллапса звезд, которая, вообще говоря, может изучаться в трех различных системах отсчета, причем обычно используются модели, построенные для "точечной" массы. Первая система связана с внешним наблюдателем, вторая – сопутствует падающей в черную дыру материи, третья – система отсчета наблюдателя изнутри коллапсирующего объекта.

С точки зрения внешнего наблюдателя, время падения материи в коллапсирующую звезду является бесконечно большим. Однако при переходе к сопутствующей системе отсчета оно оказывается конечным. Уже в сопутствующей системе отсчета временная и пространственные координаты выражаются через оба типа координат внешней системы, а во внутренней системе время и пространство вообще меняются местами, причем компоненты метрического тензора оказываются зависимыми от времени. Далее, история любой материальной точки в этой сопутствующей системе начинается в нулевой момент и заканчивается через один и тот же конечный промежуток

времени в особой (сингулярной) точке, после которого уже не существует ничего ("барьер времени").

Как мне кажется, если рассматривать неточечный коллапсирующий объект, возможна иная "сшивка" внешней и внутренней картины коллапса. Уже никого не удивляет ситуация, при которой один и тот же промежуток времени в разных системах отсчета может быть конечным и бесконечным. Поэтому вполне непротиворечивым можно считать и то, что неограниченное сжатие (коллапс) черной дыры во внешней Супер-Вселенной выглядит изнутри (т.е. из нашей Вселенной) неограниченным расширением, которое *начинается* в сингулярной точке. И эта же точка является концом истории всех материальных точек внешней Супер-Вселенной, падающих в черную дыру. Особо подчеркну, что это не означает противоположного течения времени снаружи и внутри черной дыры. Скорее, можно утверждать, что внутри черной дыры время течет ортогонально внешнему времени.

Таким образом, учет статического давления сжатия, обусловленного взаимным тяготением материи во Вселенной, позволяет получить новое решение уравнений Эйнштейна-Фридмана, согласно которому метрика характеризуется конечной кривизной и *линейно* возрастающим со временем радиусом кривизны. Решение справедливо для любой конечной средней плотности, представление о "критической" плотности в рамках данной модели не возникает.

## **6. ОСНОВНАЯ ГИПОТЕЗА НОВОЙ ТЕОРИИ О ПРИРОДЕ ВРЕМЕНИ**

В космологической модели Эйнштейна-Фридмана представление о времени вводилось априори, а полученное решение в общем случае не было линейным во времени. Линейный рост во времени радиуса кривизны Вселенной в предложенной модели приводит нас к догадке, что, собственно говоря, *течение физического времени и проявляется в каждой ее точке именно как изменение величины этого радиуса*, что именно поэтому измерение времени разными средствами и способами должно давать принципиально согласованные результаты, и что, наконец, никакого иного времени как универсального физического феномена (относительно которого было бы возможно неравномерное изменение радиуса кривизны) просто не существует. Если эта догадка верна, то ход времени – это *не фон*, на котором тем или иным образом происходит расширение Вселенной, а *само содержание* этого процесса.

Развивая эту основополагающую идею, будем исходить теперь из того, что положенный в основу математических построений космологических теорий 4-мерный шар следует рассматривать как объективно существующий; наша Вселенная расширяется в 4-мерном евклидовом пространстве и представляет собой 3-мерную гиперповерхность этого шара (подчеркнем, что мы полагаем это 4-мерное пространство совершенно одинаковым по всем четырем измерениям, которые ничем не отличаются между собой).

Живущие в 3-мерном мире существа и не подозревали бы о наличии 4-мерного суперпространства, если бы не процесс расширения шара. Этот процесс объективно выделяет в каждой точке гиперповерхности шара направление, нормальное к ней и не принадлежащее ей самой. Вот это направление (4-е измерение) в каждой точке 3-мерной Вселенной и представляет собой *истинное время*.

Такое определение времени, вообще говоря, интуитивно прозрачно и, как оказывается, исключительно плодотворно. Оно позволяет не только очевидным образом вывести закон Хаббла, но и объяснить само понятие движения, а также постигнуть истинный смысл мира Эйнштейна-Минковского и преобразований Лоренца. В основу предлагаемой теории положено несколько сравнительно простых и наглядных основных идей. Для краткости я буду именовать ее Теорией Шаровой Расширяющейся Вселенной – ТШРВ.

В ТШРВ, как и в модели ЭФ, Вселенная в каждый момент времени представляет собой 3-мерную гиперповерхность 4-мерного шара. Однако имеется и коренное отличие. В теории Эйнштейна время и пространство, как известно, характеризуются противоположными знаками элементов метрического тензора. Например, время можно считать мнимой величиной, а пространственные компоненты – действительными величинами. В ТШРВ содержащий Вселенную 4-мерный континуум считается чисто евклидовым, а все четыре компоненты – действительными числами. На поверхности 4-мерного шара при этом действует обычная сферическая геометрия.

Как известно, в общей теории относительности возраст Вселенной *вычисляется* на основе модели ЭФ или подобных ей. Как правило, зависимость радиуса от возраста Вселенной в моделях ОТО отличается от прямой пропорциональности. Однако такой результат тесно связан с тем, что в космологических уравнениях ОТО пренебрегают глобальным давлением материи, заполняющей Вселенную.

Напротив, в ТШРВ явно постулируется универсальное течение Времени. Возраст Вселенной *отождествляется* с текущим радиусом Вселенной, деленным на скорость света. В дальнейшем из данного постулата выводится очень много важных следствий.

С другой стороны, это позволяет избежать произвольного введения в модель многих других представлений.

## 7. МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ И ПРЕДЕЛЬНАЯ СКОРОСТЬ В ТШРВ

В ТШРВ принимается, что не существует бесконечного множества независимых механических движений. Существуют мировые линии "движущихся" тел, направленные под тем или иным углом к линии времени – нормали к гиперповерхности 4-мерного шара. Угол наклона и определяет скорость пространственного движения. При увеличении радиуса шара точка пересечения мировой линии с текущей гиперповерхностью "перемещается" в точности так, как это предсказывается современной физикой.

В частности, покоящиеся в пространстве объекты (звезды), у которых угол отклонения от нормали равен нулю, т.е. мировые линии совпадают с нормалью к гиперсфере, "удаляются" друг от друга по закону Хаббла. Скорость их взаимного удаления пропорциональна расстоянию между ними. Для объектов, у которых угол отклонения мировой линии от нормали отличен от нуля, он не может превысить 90 градусов, поэтому естественным образом возникает *предельная скорость* механического движения (скорость света). Три варианта движения показаны на рис.3.

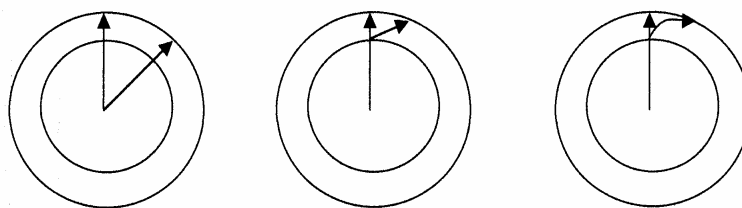


Рис.3. Эффект "перемещения" точек на поверхности гиперсферы для неподвижных в пространстве объектов (слева), движущихся по инерции (в центре) и ускоренно (справа).

Левая фигура иллюстрирует эффект Хаббла. Центральная фигура отвечает инерциальному движению, т.е. прямолинейной мировой линии. При таком характере мировой линии по мере возрастания радиуса Вселенной пропорционально изменяется и величина пути движущейся частицы. Таким образом, *инерциальное* движение не постулируется, а возникает в качестве естественного следствия модели. На правой фигуре показана мировая линия при неинерциальном движении.

При больших значениях радиуса 4-мерного шара столь же естественным образом возникают приближенные формулы преобразования скоростей, известные из специальной теории относительности (СТО), а также привычные законы механики. Аналогом же светового конуса в ТШРВ выступает вся гиперсферическая поверхность 4-мерного шара (см. рис.4). Эта аналогия не полна, поскольку в ТШРВ абсолютно удаленная область вырождается в 3-мерную гиперповерхность.

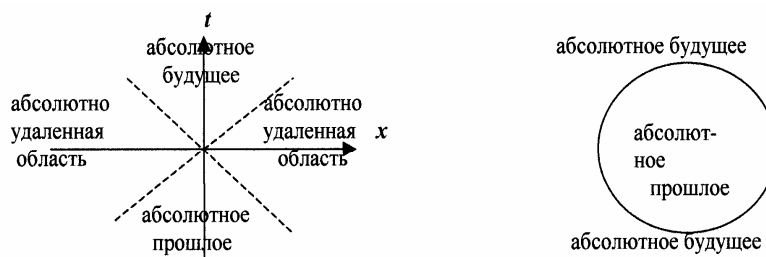


Рис.4. Области 4-мерного континуума в СТО (слева) и ТШРВ (справа).

## 8. ТШРВ И ГЕОМЕТРИЯ МИНКОВСКОГО

Будем рассматривать малые приращения пространственных координат и времени вдоль мировых линий частиц в процессе расширения Вселенной. Соответственно, при этом достаточно рассматривать небольшую пространственно-временную область Вселенной, так что ее кривизной можно пренебречь. Тогда концентрические гиперсферические поверхности в последовательные моменты времени (изохроны) можно приближенно заменить параллельными гиперплоскостями. Состоянию покоя отвечает "дрейф" изображающей точки перпендикулярно изохронам, инерциальному движению – движение по наклонным прямым между изохронами.

В любой момент времени Вселенная представлена определенной изохроной, которая содержит все реальные физические точки пространства. Инвариантной мерой промежутка (абсолютного) времени будем считать деленное на скорость света приращение радиуса 4-мерного шара между соседними изохронами. Будем также исходить из того, что эта величина одинакова в любой *инерциальной* системе отсчета, т.е. при движении по любой *прямолинейной* мировой линии. В этом случае мы фактически получаем отображение обычного пространства (с координатами "время – перемещение") на некое новое (как я считаю, именно оно является реально существующим) пространство с координатами "нормаль – поверхность". При таком отображении края световых

полу-конусов "прошлого" и "будущего" смыкаются, "абсолютно удаленные области" пространства (на левой диаграмме рис.4) исчезают, а сами границы светового конуса (т.е. поверхности распространения светового сигнала) переходят в изохроны.

Пусть углы отклонения мировых линий от строго радиального направления достаточно *малы* (условие малости проясняется в конце раздела). Тогда в нашем чисто евклидовом 4-мерном континууме возникают метрические соотношения, в точности *соответствующие* геометрии Минковского. В частности, из теоремы Пифагора непосредственно следует соотношение, связывающее пространственные и временную компоненты:

$$c^2 ds^2 = c^2 dt^2 - dr^2,$$

где  $ds$  – промежуток абсолютного времени (промежуток времени между двумя 4-мерными событиями в абсолютно неподвижной системе отсчета),  $dt$  – промежуток времени между двумя 4-мерными событиями в движущейся системе отсчета,  $dr$  – пространственный промежуток, пройденный движущейся системой отсчета,  $c$  – скорость света.

Как отмечено в книге автора (Шульман, 2003), инвариантность 4-мерного интервала в рамках излагаемой теории точно выполняется лишь по отношению к *абсолютно неподвижному* наблюдателю. Если же, например, сам наблюдатель движется с некоторой абсолютной скоростью  $V$  в плоскости  $xt$ , то вместо вышеприведенного инвариантного выражения для длины 4-мерного перемещения возникает, как можно показать, соотношение

$$ds^2(1 + \beta^2) = c^2 dt^2 - dx^2 - 2\beta dsdx,$$

где

$$\beta = (V/c) / \sqrt{1 - V^2/c^2}.$$

## 9. О ПРИНЦИПЕ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ЭЙНШТЕЙНА

Если углы отклонения мировых линий от строго радиального направления нельзя считать достаточно малыми, то формулы геометрии Минковского справедливы лишь приближенно. Это означает, что и принцип относительности Эйнштейна справедлив в нашей модели лишь для систем отсчета, движущихся с достаточно малой скоростью относительно *выделенной* системы отсчета. Такая система жестко связана телом, пребывающим в состоянии абсолютного покоя, т.е. дрейфующего вдоль радиальной мировой линии.

Существование выделенной системы отсчета напоминает старые теории эфира, противоречащие взглядам теории относительности. Казалось, что эти теории безвозвратно ушли в прошлое. В самом деле, скорость света в вакууме всегда и всюду постоянна. Однако, в принципе, существование выделенной системы отсчета может быть установлено по *смещению частоты* светового сигнала, т.е. с помощью эффекта Доплера. И этот феномен действительно обнаружен современной наукой!

На рис.5 представлена диаграмма температуры фонового космического излучения, приходящего к Солнечной системе со всех сторон Вселенной. Эти данные регистрировались американским исследовательским спутником в течение 4 лет (данные заимствованы с сайта Центра космических полетов имени Годдарда, NASA).



Рис.5. Анизотропия микроволнового космического излучения.

Оригинальная диаграмма является цветной, на ней показано распределение отклонений температуры излучений от средней величины (2.728 К) в микроволновой части спектра. Ориентация карты выбрана таким образом, чтобы плоскость Млечного Пути располагалась горизонтально в центре карты. Цветовой диапазон от красного до синего соответствует температурному диапазону от 2.724 К до 2.732 К. Слоистая структура карты соответствует анизотропии дипольного вида, что является проявлением эффекта, связанного с движением Солнца относительно среды, в которой распространяется микроволновое фоновое излучение.

Как отметил выдающийся советский астрофизик академик Я.Б.Зельдович в редакционном комментарии к работе Вайнберга (Вайнберг, 2000,. с.198) в связи с еще



ранее выполненными экспериментами, "тщательные измерения... позволили обнаружить определенную малую анизотропию микроволнового фона излучения. Антенна, направленная на созвездие Льва, дает температуру излучения на 0.13 процента выше средней. В противоположном направлении температура на 0.13 процента ниже средней. Температура плавно меняется между этими двумя значениями... Изотропия имеет место лишь для некоторого воображаемого наблюдателя. *Солнечная система, Земля ... движутся относительно этого наблюдателя со скоростью  $390 \pm 60$  км/с в направлении на созвездие Льва.* Вследствие этого движения, т.е. за счет эффекта Доплера, излучение, идущее навстречу, кажется нам более горячим..., а излучение, догоняющее нас, представляется нам более холодным... На этом примере выясняется, что в каждой точке Вселенной существует наблюдатель, относительно которого микроволновое излучение изотропно. Этого наблюдателя и связанную с ним систему координат можно назвать выделенными."

Современные данные, полученные NASA, позволяют принять отношение скорости движения Солнечной системы к скорости света равным 0.15%. Это достаточно малая величина, оправдывающая допустимость использования формул СТО и применимость геометрии Минковского. Но можно ли считать указанный феномен исчерпывающим доказательством правильности ТШРВ?

С целью ее проверки автор этих строк предлагает провести несложный наблюдательный эксперимент. Если эффект анизотропии обусловлен реальным существованием выделенной системы отсчета, то он может быть обнаружен и для электромагнитного излучения любой природы. В частности, должна существовать анизотропия солнечного излучения, наблюдаемого с Земли в разное время года. Она должна проявляться в максимальной степени в августе, когда и излучение Солнца, и фоновое излучение приходят на Землю со стороны созвездия Льва (см. рис.6). В феврале эти источники расположены по отношению к Земле взаимно противоположным образом, поэтому и направление анизотропии для солнечного света должно измениться на противоположное. Ожидаемая величина эффекта при этом (с учетом прямого восхождения созвездия Льва и наклона эклиптики) составляет порядка 300 км/с, т.е. около одной десятой процента скорости света. В ноябре и мае анизотропия должна практически отсутствовать.



Рис.6. Расположение Солнца и созвездия Льва относительно Земли.

По-видимому, возможна аналогичная проверка ТШРВ и в земных условиях с помощью искусственных источников излучения.

## 10. МАССА, ЭНЕРГИЯ И ИМПУЛЬС ЧАСТИЦ

Итак, мы рассматриваем Вселенную как расширяющуюся 3-мерную гиперповерхность 4-мерного шара. Места локализации масс материальных частиц во Вселенной представляют собой точки пересечения этой гиперповерхности с мировыми линиями. Тем самым мировым линиям приписывается физический, а не абстрактный иллюстративный смысл. Уместно ожидать, что этот физический смысл может проявляться более существенным образом, нежели на уровне простой словесной констатации.

В частности, при глобальном рассмотрении Вселенной мы можем предположить, что такая фундаментальная характеристика частицы, как ее масса покоя, является некоторой относительной величиной. Такое отношение могло бы быть составлено, например, из радиуса 4-мерного шара-Вселенной и некоторого характерного размера, объективно связанного с физическими свойствами частицы.

Вспомним, что каждой частице с определенными значениями энергии покоя и импульса может быть сопоставлена волна де Бройля с соответствующими периодом колебаний и длиной. При этом временной период колебаний обратно пропорционален энергии покоя, а пространственный период, т.е. длина волны – импульсу. Обе эти величины (энергия и импульс) пропорциональны массе частицы. В ТШРВ делается фундаментальное предположение, что *масса* покоя является *квантовым числом*, определяющим кратность радиуса Вселенной по отношению к длине волны или возраста Вселенной по отношению к периоду волны де Бройля. Эта гипотеза, разви-

*М.Х. Шульман: Время как феномен расширения Вселенной*

ваемая более подробно в книге автора (Шульман, 2004), представляет меру инертности в виде отношения двух характерных расстояний или времен.

Но с течением времени радиус Вселенной возрастает. А как же ведет себя масса? Если бы период волны де Бройля также возрастал пропорционально этому радиусу, мы, по-видимому, вообще не смогли бы обнаружить изменение размеров Вселенной, в том числе и знаменитого "красного смещения". Если же волновые параметры частиц неизменны, то *масса материи должна расти прямо пропорционально размеру и возрасту Вселенной.*

В теории относительности, исходя из метрики Минковского, используются векторы с мнимой проекцией на ось времени. Это относится к 4-векторам скорости, ускорения, энергии-импульса. В ТШРВ используются векторы со всеми действительными компонентами. При этом величина 4-мерного интервала (длина в псевдоевклидовом пространстве) для некоторого вектора в теории относительности отвечает проекции на ось абсолютного времени в ТШРВ, а мнимая компонента вектора (время движения) в теории относительности – длине вектора в чисто евклидовом 4-мерном континууме ТШРВ. В частности, такой величиной является модуль вектора энергии-импульса. Его проекцией на ось абсолютного времени служит энергия покоя (деленная на скорость света), а проекциями на пространственные оси служат компоненты импульса. Эта величина *сохраняется*, если частица движется *инерциально*.

Переход к *неинерциальному* движению в ТШРВ связывается с соответствующим законом *изменения* вектора состояния. Так, при изменении скорости движения частицы ее энергия покоя не изменяется, поэтому все ускорение за соответствующий промежуток времени может быть непосредственно вычислено, исходя из разности между новым и старым значением импульса. Таким образом, как и в специальной теории относительности, в ТШРВ уравнение для ускоренного движения может быть получено путем дифференцирования по времени выражения для импульса.

Уже в рамках СТО отношение силы к ускорению зависит от взаимного направления векторов силы и скорости. Однако в теории относительности скорость системы отсчета может выбираться произвольно, в частности – нулевой, тогда соответствующий множитель в любом случае оказывается равным единице.

Напротив, в ТШРВ в вышеприведенных формулах фигурирует *абсолютная* скорость, определяемая углом отклонения мировой линии частицы от нормали к изохроне. Это означает, что если Земля движется с определенной скоростью относительно абсолютно неподвижной (выделенной) системы отсчета, то, измеряя отношение силы к ускорению в направлении указанной скорости и в

перпендикулярном ему направлении, можно экспериментально подтвердить наличие этой абсолютной скорости. Если подобная скорость действительно определяется величиной и направлением, следующими из эффекта анизотропии фонового космического излучения, то при одной и той же (по модулю) силе можно рассчитывать на относительное различие продольного и поперечного (по отношению к упомянутому направлению) ускорений порядка  $2.25 \times 10^{-6}$ .

## **11. ТШРВ И ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ**

ТШРВ претендует на более близкое к действительности описание законов Вселенной, чем дает общая теория относительности.

Учет статического давления позволяет не только найти *новое* – линейное по времени – космологическое решение, но и вычислить величину гравитационного давления во Вселенной в функции величины радиуса 4-мерного шара. Эта (отрицательная!) величина, кстати, выражается таким же, по сути, образом и для нерелятивистского шара (давление в центре планеты или звезды). Интересно отметить, что найденная в ТШРВ зависимость плотности от радиуса Вселенной в точности соответствует выражению для т.н. *критической* плотности в ЭФ-модели.

При этом выяснились два крайне важных обстоятельства. Во-первых, масса Вселенной оказалась не постоянной величиной, а *линейно возрастающей* функцией радиуса 4-мерного шара. В ТШРВ неожиданно реализовалась программа Эйнштейна: характеристики материи (плотность) сведены к характеристикам пространства (кривизна). Иными словами, устранена необходимость внешним образом ("руками") вводить в уравнения распределение масс, чтобы получить закон изменения метрики пространства.

Во-вторых, из нового – линейного во времени – решения вытекает, как описано в работе автора (Шульман, 2003), линейный же рост со временем и массы Вселенной. Кажущаяся парадоксальность несохранения массы (и энергии!) Вселенной заставляет задуматься о *выполнении* условий, при которых должен быть справедлив закон сохранения энергии.

Представляется очевидным, что энергия строго может сохраняться лишь в такой физической системе (или во Вселенной в целом), в которой свойства пространства (в частности, кривизна) столь же строго *неизменны во времени!* Однако при увеличении радиуса Вселенной меняются, например, компоненты фундаментального метрического

*М.Х. Шульман: Время как феномен расширения Вселенной*

тензора. Во второй моей книге (Шульман, 2004) я обосновываю изменение со временем другой фундаментальной физической величины – постоянной Планка. Следовательно, закон сохранения энергии может выполняться лишь приближенно, в меру малости современного темпа *относительного* изменения кривизны пространства. Этот темп составляет для современной нам Вселенной порядка  $10^{-10}$  в год (отношение годовичного промежутка к возрасту Вселенной).

Исходя из астрофизических наблюдений, Н.А.Козырев (1991) высказывал утверждение о единстве механизма излучения звезд, основанного на превращении времени в энергию. Согласно нашей модели, относительное приращение массы и энергии покоя звезды равно относительному приращению возраста Вселенной. Интересно, что для Солнца относительное уменьшение массы за счет излучения в год составляет до  $10^{-15}$ , т.е. на пять порядков меньше указанной "энергетической подпитки".

## 12. ТШРВ И НЕОБРАТИМОСТЬ

В науке уже давно обсуждается так называемая "стрела времени", связанная с необратимостью подавляющего большинства природных явлений и вторым началом термодинамики.

Остановимся вначале на так называемой *космологической* стреле времени. В книге автора (Шульман, 2003) и данной работе я попытался показать, что само время как таковое неразрывно связано с реальным направлением изменения радиуса Вселенной. Замечу, что если бы ее радиус уменьшался, время текло бы в *обратную* сторону, а если этот радиус станет постоянным, время остановится (это решающее для нашей модели утверждение вряд ли может быть проверено экспериментально – впрочем, как говорится в одной финской притче о двух соседях и их несчастьях, кто знает).

Рассмотрим теперь вопрос о *термодинамической* стреле времени. "Проблема необратимости проста по формулировке. Как физика является фундаментом естествознания, так и сама физика покоится на механике Ньютона-Гамильтона. Но уравнения механики симметричны во времени, ее мир обратим, тогда как реальные процессы необратимы", отмечается в работе С.Д.Хайтуна (1996) (речь идет о замкнутых физических системах). В своей монографии С.Д.Хайтун убедительно показывает, что общность понимания проблемы необратимости и представления о ее

решении у крупнейших физиков и математиков мира 19-го и 20-го столетий является мифом. Их взгляды зачастую значительно расходятся, а то, в чем многие из них единодушны, основывается на принципиальнейших ошибках. Важнейшая и наиболее типичная из них состоит в получении необратимых уравнений из обратимых путем неявного отбрасывания одной из двух альтернативных ветвей развития процесса или явления.

Важнейшим идейным пунктом монографии (Хайтун, 1996, с.12) является обращение к формулировке второго начала термодинамики, данной Вильямом Томсоном, согласно которой в ходе необратимых процессов происходит диссипация механической энергии. При таком понимании именно *диссипация энергии является необходимым и достаточным условием необратимости* процесса. Хайтун апеллирует (с.148) к классическим (Больцман, Гиббс) мысленным опытам с расплыванием газа шаров (вследствие строго упругих соударений) из угла по всему объему сосуда или расплыванием капли красителя в прозрачной несжимаемой жидкости и утверждает, что в отсутствие диссипации энергии оба эти процесса обратимы.

Я также разделяю данное убеждение и думаю, что необходим тщательный теоретический и экспериментальный анализ представлений о *неупругом взаимодействии микробъектов*, физическая сущность которого и является ключом к пониманию и происхождению необратимости. Решение парадокса тепловой необратимости я предлагаю искать в ситуации, когда уравнения гамильтоновой механики *не полностью* определяют физическую ситуацию, т.е. допускают более одного решения. В этом случае дополнительный фактор, действующий при микровзаимодействии, мог бы иметь и вероятностную природу, что сняло бы кажущееся противоречие.

Возможны ли ситуации, не описываемые однозначно гамильтоновой механикой? Да, возможны. Известно, в частности, что при упругом соударении более чем двух точечных частиц законы сохранения (энергии, импульса и момента импульса) дают меньшее число уравнений, чем требуется для однозначного нахождения всех скоростей. Вместе с тем, подобные групповые соударения крайне маловероятны, поэтому в случае *упругого* взаимодействия существенной роли играть не могут. Однако в случае *неупругого* взаимодействия дело, как мне кажется, обстоит иначе.

Когда говорят о неупругом соударении макрообъектов, привлекаются представления об энергии деформации тел и т.п. Однако в случае микробъектов мы не можем игнорировать теплового электромагнитного излучения, всегда присутствующего в объеме, где происходит теплопередача. При неупругом соударении

происходит перестройка молекул и атомов, при этом испускаются и поглощаются тепловые фотоны. Но это означает, что фактически в *неупругом* взаимодействии всегда участвует *более двух* частиц, поскольку фотон практически является лишь *промежуточным* носителем избыточной энергии и импульса!

С точки зрения классических представлений, необратимость возникает при неупругих соударениях уже за счет того, что кинетическая энергия разлетающихся частиц всегда строго меньше их суммарной энергии до соударения. Однако с квантовой точки зрения, равновероятны как излучение, так и поглощение фотона, поэтому "демон необратимости" спрятан не здесь. В действительности необратимость связана с тем, что дополнительно "вовлекаемые" в соударение частицы выбираются фотоном-посредником абсолютно "случайно". Именно акт излучения и поглощения фотона позволяет, как мне кажется, природе задействовать вероятностный механизм взаимодействия на микроуровне.

Во всяком случае, механизм, приводящий к установлению равновесия и формирующий "энтропийную" стрелу времени, с необходимостью должен быть определен уже на *микроуровне*. Точно так же и *биологическая* макроэволюция, выделяющая "антиэнтропийную" стрелу времени, может иметь место только в том случае, когда в ее основе заложен соответствующий негэнтропийный микромеханизм. Вероятностное описание любого процесса, в конечном счете, всего лишь устанавливает его интегральные характеристики, тогда как суть явления с необходимостью обусловлена свойствами элементарных его составляющих.

Следует отметить, что увеличение массы и энергии покоя в предложенной модели никоим образом не происходит равномерно по объему Вселенной. Наоборот, основной прирост массы и энергии связан с местами *локализации материальных тел*. Поскольку *относительный* рост массы определяется только возрастом Вселенной, то, чем больше масса тела, тем больше ее *абсолютный* прирост. Поэтому основными источниками потоков энергии и негэнтропии во Вселенной являются массивные звезды. Об этом же свидетельствуют и астрофизические данные – мощность излучения большинства звезд пропорциональна четвертой степени их массы.

Таким образом, наличие космологической стрелы времени обуславливает *уменьшение* энтропии расширяющейся Вселенной. Она (энтропия) убывает, а значит, имеет место фактор, способствующий внесению асимметрии в начальные/финальные условия. Но это с необходимостью влечет за собой реакцию – восстановление симметрии, процесс релаксации, связанный с диффузией в пространстве координат и/или скоростей; напомним, что решение диффузионного уравнения всегда порождает

переход от менее вероятного состояния к более вероятному, от несимметричного состояния к симметричному как в пространстве (например, расплывание газового шлейфа от летящего самолета), так и во времени (выравнивание температур). Такой процесс и приводит в соответствующих случаях к (спровоцированному) росту энтропии с течением космологического времени. Этот рост энтропии не противоречит симметрии уравнений механики относительно знака времени, поскольку несимметрия вносится *внешним* (за счет космологии) образом в начальные/финальные и/или краевые условия. Более того, *он в принципе не может превзойти* уменьшение энтропии, вызванное этим последним фактором – в крайнем случае, лишь скомпенсировать его.

### 13. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Концепцию, изложенную в настоящей работе, отличают следующие моменты:

- Время редуцируется до одного из чисто пространственных измерений. Расширение 4-мерного шара позволяет прояснить универсальный характер механического движения, понять отличие инерциального движения от неинерциального.
- Получает новое физическое объяснение факт существования предельной скорости (скорости света). Уточняются границы применимости преобразований Лоренца, теории относительности.
- В предлагаемой модели учитывается несохранение энергии Вселенной, обусловленное несоблюдением необходимой для этого предпосылки – однородности времени. В свою очередь, неоднородность времени вызвана эволюцией кривизны пространства и, в связи с этим, фундаментального метрического тензора и других физических констант.
- Объясняется природа космологической необратимости.
- В отличие от общей теории относительности, распределение масс не должно вноситься в уравнения внешним образом, а самосогласованно определяется совместно с изменяющейся кривизной пространства-времени.
- Учитывая ненулевое статическое давление материи, теория не требует искусственного задания постоянного космологического члена. При этом автоматически получает объяснение замкнутость Вселенной и эффект "скрытой" массы.



- Исходя из уточненной модели гравитационного коллапса неточечной массы конечной плотности, объясняется происхождение Вселенной.

В соответствии с современными экспериментальными данными предложенную теорию подтверждают:

- Дипольная анизотропия реликтового излучения Вселенной, отражающая существование выделенной системы отсчета.
- Равенство единице среднего относительного значения полной плотности энергии во Вселенной, отвечающего ее "плоской" модели. Этот факт следует, в том числе, из положения первого максимума зависимости амплитуды функции распределения интенсивности реликтового излучения (недипольная анизотропия) от угла.
- В модели Эйнштейна – Фридмана при  $\rho = \rho_{кр}$  возраст Вселенной  $T$  связан с постоянной Хаббла  $H$  соотношением.  $T = 2/3H$ . В предлагаемой модели условие  $\rho = \rho_{кр}$  выполняется всегда, а возраст Вселенной и постоянная Хаббла связаны соотношением  $T = 1/H$ . Данные, полученные спутником WMAP, подтверждают именно единичное значение коэффициента пропорциональности, а не  $2/3$ .

Из предложенной теории следуют следующие предсказания:

- Должна существовать универсальная (по величине и направлению) дипольная анизотропия не только микроволнового космического реликтового излучения, но и любого электромагнитного излучения.
- Аналогичная анизотропия должна проявляться в величине отношения силы к ускорению в зависимости от их взаимного направления.
- В рамках стандартной общей теории относительности теоретически предсказывается появление отрицательного давления в непосредственной близости от внешней границы коллапсирующего объекта конечного размера и плотности.
- Где-то во Вселенной должна существовать своеобразная "пуповина" Вселенной – белая дыра, связывающая ее с материнской супер-Вселенной.

**ЛИТЕРАТУРА**

ВАЙНБЕРГ С. Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Вселенной. М.: Издательство РХД, 2000. 269 с.

ВЛАДИМИРОВ Ю.С. Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий. Часть 2. Теория физических взаимодействий. М.: Издательство МГУ, 1998. 447 с.

КОЗЫРЕВ Н.А. Избранные труды. Ленинград. Издательство ЛГУ, 1991. 448 с.

САЖИН М.В. Современная космология в популярном изложении. М.: Издательство УРСС, 2002. 238 с.

ТОЛМЕН Р. Относительность, термодинамика и космология. М.: Наука, 1974. 520 с.

ХАЙТУН С.Д. Механика и необратимость. М.: Янус, 1996. 446 с.

ШАРОВ А.С., НОВИКОВ И.Д. Человек, открывший взрыв Вселенной. Жизнь и труд Эдвина Хаббла. М.: Наука, 1989. 208 с.

ШУЛЬМАН М.Х. Теория шаровой расширяющейся Вселенной. Природа времени, движения и материи. М.: Едиториал УРСС, 2003. 156 с.

ШУЛЬМАН М.Х. Вариации на темы квантовой теории. М.: Едиториал УРСС, 2004. 91 с.

ЭЙНШТЕЙН А. Сущность теории относительности. М.: ИЛ, 1955. 160 с.