

М. Х. Шульман

**ТЕОРИЯ
ШАРОВОЙ РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ ВСЕЛЕННОЙ**

Природа времени, движения и материи

Москва 2003 - 2005

УДК 530.1
PACS 98.80.H

**Шульман М.Х. ТЕОРИЯ ШАРОВОЙ РАСШИРЯЮЩЕЙСЯ
ВСЕЛЕННОЙ.**

Рассмотрена модель Вселенной (близкая к модели Фридмана-Эйнштейна) в виде 3-мерной гиперповерхности шара в чисто эвклидовом 4-мерном континууме. Дан анализ ограничений принципа эквивалентности Эйнштейна, 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 рассмотрены основные проблемы квантовой теории и проблема необратимости эволюции Вселенной.

© Шульман М.Х.

M.H.Shulman. *THE SPHERICAL EXPANDING UNIVERSE THEORY*

The new World concept close to Friedmann-Einstein's model considers the Universe as a 3D-hypersurface of some sphere in a purely Euclidean 4D-continuum. The analysis of Einstein equivalence principle limitations is made, the new solution of cosmological equations is found. The time is identified with the increasing radius of the Universe and is always directed normally to the sphere's hypersurface. Only particle world lines (not particles themselves) are considered to have a physical meaning, and by this way the phenomena of the bodies motion is deduced. The limitations of the relativity principle are shown, experimental fact of the "relict" radiation anisotropy is explained. We suppose also that the mass of a particle presents a quantum number being equal to the diameter of the Universe divided by de-Broglie's wave length and increasing with time. In the new cosmology the "big bang" concept and the mass and energy conservation principle are replaced by the "energy pump" concept. The basic problems of the quantum mechanics and the irreversibility problem of the Universe evolution are considered.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Прежде всего автор хотел бы предупредить читателя, что на его суд выносится новая гипотеза о природе времени, которая до настоящего времени не нашла признания в среде профессиональных физиков.

В мае 1997 года Информационно-рекламным центром РАО “Газпром” была выпущена моя брошюра “*О физической природе времени*”, которую автор затем несколько раз переиздавал самостоятельно, внося некоторые дополнения и исправления.

Первоначальная работа содержала результаты размышлений, вызванных чтением сборника статей Н.А.Козырева (1992 г.). Не приняв предложенной им физической картины Мира, я тем не менее серьезно задумался о сущности времени, в частности – о несимметричной роли времени и пространства в процессе расширения Вселенной, а также о причинах несомненного сходства формулы Лоренца с теоремой Пифагора. Дальнейшее развитие этих идей привело к написанию небольшой книги, которую автор и предлагает вниманию читателя.

Представленная работа не претендует на всеобъемлющий охват всей физической картины Мира, включающей, наряду с пространственно-временными отношениями, поля и элементарные частицы. Будучи посвященной значительно более узкой проблематике (характерной скорее для начала 20-го, а не 21-го века н. э.), она, однако, содержит весьма радикальную ревизию базовых физических принципов, что, в случае ее подтверждения, окажет несомненное влияние и на обобщающие теории. Работа основывается на признании *первичности геометрических отношений во Вселенной*, т.е. продолжает

линию Клиффорда-Эйнштейна-Уилера, и, как кажется автору, позволяет значительно продвинуться на этом направлении.

Я горячо благодарен руководителю Российского междисциплинарного семинара по исследованию природы времени д.б.н. А.П.Левичу (МГУ) за проявленное им внимание и оказанную поддержку, в том числе за публикацию полученных мною результатов на сайте Института исследований природы времени (www.chronos.msu.ru, грант № 00-07-90211 Российского фонда фундаментальных исследований). Я также хотел бы выразить свою глубокую благодарность моему другу А.В.Московскому за 25-летнее обсуждение философии и истории физики. Указанные лица, разумеется, не несут никакой ответственности за содержание данной работы.

Кроме основного варианта текста, в брошюру добавлено (в виде приложений) достаточно краткое изложение (без формул) основных идей на русском и английском языке

Вопросы и замечания читатели могут присылать мне по электронному адресу shulman@dol.ru.

Автор, февраль 2003 г

P.S. В настоящий текст книги, вышедшей в издательстве Editorial URSS в 2003 г., я внес относительно небольшие изменения и исправления.

Автор, январь 2005 г

СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	4
1. ВРЕМЯ И НАТУРАЛЬНАЯ ФИЛОСОФИЯ.....	8
2. ВРЕМЯ И КОСМОЛОГИЯ.....	13
2.1. Гравитационный парадокс и космологическая постоянная.....	13
2.2. Нестационарная космологическая модель Эйнштейна-Фридмана.....	15
2.3. Статическое давление гравитирующей материи....	17
2.4. Задача о поле однородного материального шара....	20
2.5. Новые решения космологических уравнений.....	31
2.6. Замкнутость Вселенной	33
2.7. Теория тяготения и закон сохранения энергии.....	36
3. ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ В ЛОКАЛЬНОМ ПРИБЛИЖЕНИИ.....	41
3.1. Время, мировые линии и движение частиц.....	41
3.2. Закон Хаббла.....	43
3.3. Инерциальное движение и специальная теория относительности.....	45
3.4. О течении времени в СТО и ТШРВ.....	54
3.5. О принципе относительности Эйнштейна и выделенной системе отсчета.....	58
3.6. Масса, энергия покоя и импульс частиц.....	62
3.7. Полная энергия движения.....	63
3.8. Переход к ускоренным системам.....	67
3.9. Локальные поля тяготения частиц.....	69
4. О РЕАЛЬНОМ СУЩЕСТВОВАНИИ ВЫДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА.....	73
4.1 О замечательном экспериментальном доказательстве существования выделенной системы отсчета.....	73

4.2. Обсуждение эффектов, связанных с существованием выделенной системы отсчета.....	76
4.3. О законах излучения.....	81
5. НОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ВРЕМЕНИ И КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА.....	87
5.1. Особенности квантовомеханического описания.....	87
5.2. Парадокс ЭПР и теорема Белла.....	88
5.3. Новые представления о времени и нелокальности..	90
6. О НЕОБРАТИМОСТИ.....	100
6.1. Необратимость и космология.....	100
6.2. Необратимость и термодинамика.....	101
6.3. Необратимость и неупругие взаимодействия.....	103
6.4. Связь между космологической и термодинамической необратимостью.....	105
6.5. С.Хокинг о психологической стреле времени.....	107
7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	109
БИБЛИОГРАФИЯ.....	115
Приложение 1. ВРЕМЯ КАК ФЕНОМЕН РАСШИРЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ.....	117
Приложение 2. TIME AS PHENOMENON OF THE UNIVERSE EXPANSION.....	138

1. ВРЕМЯ И НАТУРАЛЬНАЯ ФИЛОСОФИЯ

Природа времени до сих пор остается недостаточно ясной для естествознания и натурфилософии, хотя представление о нем интенсивно используется в научной и практической деятельности человечества. В механике Ньютона время выступало в качестве некоего универсального формального параметра, значение которого мистически неуклонно (и притом одинаково для всех точек Вселенной) возрастает, а все физические процессы происходят в пространстве в соответствии с течением времени. В специальной теории относительности противопоставление времени пространству в значительной мере снято благодаря их объединению в 4-мерный континуум, однако и там временная компонента имеет несколько "экзотический" характер, что проявляется в необходимости приписать ей мнимый множитель; и в этой модели апостериорно подразумевается рост времени в любой системе отсчета. Общая теория относительности позволила связать свойства времени с полями тяготения и геометрией пространства, однако не прояснила для нашей интуиции смысл этого параметра, а может быть и сделала его еще более таинственным; наряду с этим подразумеваемое течение времени стало связываться с пространственным расширением Вселенной.

Размышляя о сущности времени, мы можем говорить по меньшей мере о трех его аспектах. Во-первых, как об одном из реально существующих измерений (наряду с тремя пространственными). Объективная протяженность времени проявляется в существовании у каждой физической системы характерных параметров, своего рода временных размеров, в известной степени аналогичных пространственным размерам. Эта аналогия, в частности, обусловлена тем, что и

собственные размеры системы, и ее временные характеристики (инерционность) обусловлены взаимодействием составляющих систему элементов. Стабильность подобных связей, в свою очередь, позволяет измерять и пространственную, и временную протяженность путем сравнения, соответственно, с реальным эталоном физического размера или периодом колебаний.

Выше уже была отмечена метрическая особенность данного измерения, вынуждающая приписать ему мнимый множитель. Этот множитель, с одной стороны, вводит радикальное различие между временной и пространственными компонентами, характеризуя в том числе и нашу неспособность непосредственно воспринимать время, в отличие от пространства, с помощью органов чувств. С другой стороны, это различие чисто метрического порядка, и оно позволяет уже в рамках теории относительности говорить всего лишь о различных проекциях единого объекта - четырехмерного вектора. Мнимость временной компоненты является источником многих привлекающих внимание идей: например, С.Хокинг [1] использует ее для устранения сингулярностей из теории эволюции Вселенной; И.Пригожин [2] с ее помощью исследует возможность обобщения аппарата квантовой механики для объяснения необратимости поведения волнового пакета.

Во-вторых, времени присуще определенное направление - так называемая стрела времени. Точнее, говорят о нескольких стрелах времени - космологической, термодинамической и т.д., и о примечательной связи между ними, для объяснения которой выдвигаются различные теоретические обоснования (заметим, что у пространственных измерений физического континуума современная физика и натурфилософия подобных свойств не усматривают). И если одни авторы пытаются тем или иным образом "вывести" направленность времени из определенных

более общих свойств Мира, то другие (И.Пригожин) категорически настаивают на априорности этого факта, его первичности по отношению к установленным законам природы.

В третьих, Н.А.Козыреву [3] принадлежит формулировка представления о *ходе* времени как первооснове всего бытия нашего Мира. Можно принимать или отвергать его соображения об интенсивности и неравномерности этого *хода*, представления о времени как о некоей *субстанции*, его конкретные теоретические модели и результаты экспериментов, но любому человеку интуитивно очевиден (не непосредственно через органы чувств, но опосредованно через опыт бытия) сам факт *течения* времени как основы любого природного или искусственного процесса. Действительно, когда мы рассматриваем некоторый нелокальный объект в абстрактном пространстве, нам нет необходимости специально вводить новое измерение, а вполне достаточно в качестве параметра использовать комбинацию существующих (как, например, при дифференцировании по длине дуги). В этом случае параметр характеризовал бы положение (состояние) наблюдателя, а не наблюдаемого объекта. Мы же связываем процесс с реальным изменением состояния самого объекта; время для нашей интуиции выступает в качестве реального, а не виртуального фактора.

Традиционный подход теоретической физики к описанию процессов основан на использовании представления о ходе времени в качестве первичного, исходного. В современной физике делаются также попытки прийти к понятию времени как ко вторичному, дедуцируемому или конструируемому на базе некоторых иных (микроскопических) фундаментальных понятий. Возможен и третий путь (инверсный по отношению к первому), который лежит в основе представленной работы.

Этот путь 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 [4]. Под ним понимается не удаление тел от общего центра, а "всеобщее" увеличение расстояний между всеми телами. Хорошим модельным образом является "разбегание" точек на поверхности воздушного шара при его заполнении газом, при этом его центр не принадлежит поверхности, а все точки поверхности шара (Вселенной) равноправны.

Наблюдая так называемое "красное смещение" в спектрах звезд, Хаббл экспериментально установил пропорциональность между средней скоростью взаимного удаления звездных объектов и расстоянием между ними. А английский астрофизик Э.А.Милн теоретически вывел этот закон из сформулированного им Космологического принципа. В соответствии с данным принципом "следует ожидать, что в любой данный момент времени Вселенная должна выглядеть одинаково для наблюдателей на всех типичных галактиках, в каком бы направлении они ни смотрели" [5]. Отсюда, в частности, следует, что если наблюдатели в точках *A*, *B* и *C* расположены на одной прямой, и расстояние *AC* вдвое больше расстояния *AB*, то для наблюдателя *A* скорость наблюдателя *B* должна быть такой же, как и скорость наблюдателя *C* для наблюдателя *B*; следовательно, для наблюдателя *A* скорость *C* должна быть вдвое больше, чем скорость *B*, и т.д.

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 чего (начиная с работ А.А.Фридмана [6]), была развита модель расширяющейся Вселенной. Содержание этих идей и их обобщение излагается в следующей главе, а здесь я вкратце упомяну еще о нескольких важнейших концептуальных моментах современной физики, с которыми тесно связано дальнейшее содержание книги и к которым я собираюсь привлечь внимание читателя.

Во-первых, я намерен критически обсудить принцип относительности, т.е. инвариантность законов физики по отношению к выбору инерциальной системы координат.

Кроме того, речь пойдет о законе сохранения энергии, роль которого объяснять излишне. Его теоретическое обоснование в классической физике базируется на концепции однородности времени, поэтому вполне естественно, что этот закон должен оказаться в фокусе любой новой теории, касающейся понятия времени.

Далее, хотелось бы остановиться на таком всем “понятном” феномене, как механическое движение. Я постараюсь показать, что вместо бесчисленного множества независимых перемещений физика может (и должна) оперировать лишь с одним общемировым процессом. Из лежащих в основе этого представлений вытекает не только естественное ограничение скорости движения некоторой максимальной величиной, но и огромное количество других физических следствий.

Наконец, я намереваюсь коснуться принципиальных, так до сих пор окончательно и не проясненных проблем квантовой механики, теснейшим образом связанных с концепцией времени.

Развиваемую ниже концепцию я предлагаю именовать Теорией Шаровой Расширяющейся Вселенной, кратко – ТШРВ.

2. ВРЕМЯ И КОСМОЛОГИЯ

2.1. Гравитационный парадокс и космологическая постоянная

Как известно, классическая теория тяготения основывалась на законе Ньютона. Ньютонианская концепция Вселенной в качестве своей существенной предпосылки использует представление о бесконечном трехмерном пространстве, заполненном материей. Такая концепция, как было показано в конце 19-го столетия, приводит к определенным трудностям. В.Паули в книге [7] со ссылкой на работы Неймана и Зеелигера напоминает, что закон всемирного тяготения Ньютона может быть строго применен лишь в том случае, если плотность массы Вселенной при стремлении расстояния к бесконечности стремится к нулю быстрее, чем $1/r^2$. В противном случае сила, действующая на материальную точку со стороны всех масс Вселенной, будет неопределенной. В качестве выхода Зеелигер предложил принять, что плотность массы конечна на любых расстояниях, а в выражение для ньютонова потенциала введен экспоненциально убывающий с расстоянием множитель. Это, в свою очередь, приводит к необходимости модификации уравнения Пуассона. Описанная проблема получила название гравитационного парадокса.

В 1917 году Альберт Эйнштейн в работе [8] сослался на ту же трудность теории тяготения Ньютона для бесконечной Вселенной. Он также отметил, что граничное условие Ньютона в форме существования постоянного предела для гравитационного потенциала в пространственной бесконечности влечет за собой обращение на бесконечности в нуль плотности материи. Альтернативой является ненулевая плотность материи при бесконечно большом значении

потенциала, но это противоречит наблюдаемым в реальности относительно невысоким скоростям звезд.

Добавлю, что гравитационный парадокс легко выявить, вычисляя величину давления, обусловленного гравитационным сжатием, в центре однородного шара. В качестве такого шара можно рассматривать не только планету или звезду, но и всю Вселенную (с центром в произвольной точке), заполненную равномерно распределенной материей. Абсолютная величина P давления оказывается пропорциональной квадрату произведения плотности шара ρ на его радиус L :

$$P = 2 \cdot \pi \cdot G \cdot L^2 \cdot \rho^2 / 3$$

где G - постоянная в законе всемирного тяготения Ньютона. Таким образом, при стремлении радиуса Вселенной в целом к бесконечности давление в какой-либо ее точке также стремится к бесконечности.

Возможность преодоления гравитационного парадокса Эйнштейн связал [8] с модификацией теории Ньютона за счет добавления в уравнение Пуассона нового (малого по величине) слагаемого с универсальной постоянной, чтобы затем реализовать эту идею в своей первоначальной стационарной космологической модели.

Очень важно, что при переходе от теории Ньютона к общей теории относительности Эйнштейн в действительности сделал не один, а сразу два принципиальных шага. Он не только ввел космологическую постоянную, отвечающую некоему загадочному (в том числе для него самого) *отрицательному* давлению, но и заменил бесконечную Вселенную Ньютона с эвклидовой метрикой на новую неэвклидову Вселенную, замкнутую на себя и не имеющую пространственных границ, хотя объем ее конечен. Читатель сможет зримо смоделировать для себя эту

ситуацию, если по аналогии с трехмерным случаем вообразит себе переход от неограниченно простирающейся во все стороны обычной евклидовой плоскости к двумерной же, но неевклидовой поверхности глобуса. Площадь такой сферической поверхности конечна, несмотря на отсутствие у нее границ.

Переход к неевклидовой Вселенной был для Эйнштейна естественным следствием его концепции геометризации физики. А вот использовать отрицательное давление ("космологическую постоянную") он был вынужден по той простой причине, что иначе просто не удавалось получить не зависящее от времени решение. В дальнейшем на смену концепции "застывшей" Вселенной пришла великая идея о возможности эволюции последней.

2.2. Нестационарная космологическая модель Эйнштейна-Фридмана

Современные представления об эволюции Вселенной восходят к простейшей космологической модели Эйнштейна-Фридмана [9], оперирующей с трехмерным неевклидовым пространством переменного во времени радиуса кривизны R (сферической гиперповерхностью 4-мерного евклидового 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 [10]:

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

где G - постоянная в законе всемирного тяготения Ньютона, c - скорость света, ρ - 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. Как уже было сказано, 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 (ρ) 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.

Завершу краткое изложение космологической модели, подчеркнув принципиальное обстоятельство: 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.

2.3. Статическое давление гравитирующей материи

Критический анализ модели Эйнштейна начнем с вопроса о правомерности отказа от учета давления. Разумеется, для покоящейся материи динамическое давление равно нулю, но остается открытым вопрос о *статическом давлении*. Данный вопрос, как показало его предварительное устное обсуждение, является главным источником возражений со стороны специалистов по ОТО, поэтому я хотел бы уделить ему особое внимание.

У самого Эйнштейна источником появления скалярного давления явилось специально добавленное слагаемое, которое сохраняет ковариантность уравнения. Априорное исключение этого слагаемого – скорее, вопрос субъективного выбора, чем строгого теоретического обоснования. Уже этого обстоятельства достаточно (с чем согласны многие авторы) чтобы, по крайней мере, подвергнуть анализу возможные следствия такой модификации уравнений. В то же время с *математической* точки зрения вполне законным является и непосредственное включение компонент давления в тензор плотности энергии-импульса.

Физическая аргументация в пользу учета статического давления основывается на концепции эффективного гравитационного взаимодействия материи, не связанного со скоростью частицы.

Наиболее простой, с моей точки зрения, аргумент в пользу учета давления сводится к тому, что пренебрежение им равносильно пренебрежению суммарным гравитационным полем Вселенной, а это последнее, в свою очередь, однозначно связано с наличием глобальной кривизны, т.е. отличием от нуля радиуса кривизны Вселенной и постоянной Хаббла. Материю во Вселенной нельзя считать простым скоплением не взаимодействующей “пыли”. Напротив, каждый островок материи связан жесткими путями тяготения по крайней мере с соседними островками, так что вся материя в целом образует более или менее упругую структуру с распределенной в пространстве энергией. Давление же, по определению, обусловлено как раз объемной плотностью энергии.

Рассматриваемый вопрос отчасти связан с формулировкой принципа эквивалентности, которая была дана Эйнштейном. Дело здесь заключается в том, что Эйнштейн устанавливает (локальную) эквивалентность ускорения и гравитационного поля для **точечной** материальной частицы, используя уровень идеализации, характерный для **механики точки**. В работе [11] он пишет: “Ускоренное движение бесконечно малой (“местной”) координатной системы должно быть выбрано при этом так, чтобы отсутствовало гравитационное поле; для бесконечно малой области это возможно”. На этом уровне вводится абстракция **внешнего** источника и (локально) **однородного** поля, причем расстояние между взаимодействующими телами существенно превышает размеры самих тел. Энергия покоя тел локализована в их объеме, который по размерам во много раз меньше объема области, занимаемого гравитационным

полем; следовательно, объемной концентрацией энергии последнего (т.е. внутренней энергии деформации среды) вполне допустимо пренебречь.

Однако возможны случаи, когда размеры области, занимаемой полем, не превосходят размеров взаимодействующих тел или, тем более, их гравитационного радиуса, и именно эта ситуация имеет место при глобальном рассмотрении Вселенной. Здесь гипотеза даже о локальной однородности поля тяготения уже неприменима, и необходимо перейти на более тонкий понятийный уровень – уровень *механики сплошной среды*. Поэтому в рамках ОТО при анализе эквивалентности в общем случае необходимо рассматривать не точечную частицу, а элемент материальной среды, занимающий элементарный объем. В неподвижной системе, на которое действует поле тяготения внешнего источника, элементарный объем заполнен материей, сжатой в результате ее взаимного притяжения. При переходе к ускоренной системе исключение гравитационного поля *внешнего* источника не позволяет исключить *собственную* гравитационную деформацию объема материи и соответствующее давление за счет выбора какой бы то ни было локальной системы отсчета.

Вообще допустимость использования приближения локально однородного поля тяготения заслуживает отдельного обсуждения. Прежде всего, полезно дать количественное определение критерия локальной однородности, например, в виде $\Delta g/g \ll 1$, где Δg – разность между наибольшим и наименьшим значением напряженности, g – среднее значение напряженности в этой области. Используя такой критерий, можно аргументировать невыполнение условия локальной однородности как для статического поля тяготения, изображенного ниже на рисунке 2.1, так и, например, для поля вращающегося тела, если только отношение скорости углового перемещения к

скорости поступательного не является достаточно малым (и при условии, что само поступательное движение достаточно медленное, чтобы рассматривать его участки как эквивалентные локально однородным областям поля).

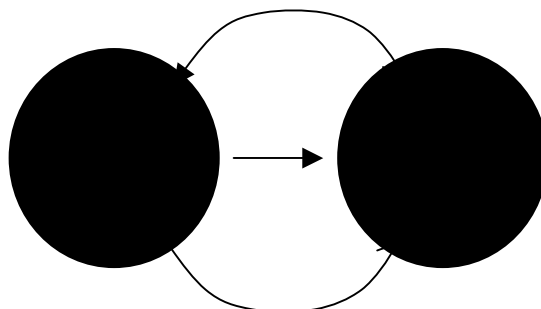


Рис. 2.1

2.4. Задача о поле однородного материального шара

Между тем в общей теории относительности успешно решаются задачи, в которых учитывается статическое давление материи. Одной из них является задача об однородном материальном шаре конечного радиуса [22], решение которой было найдено Шварцшильдом. В частности, внутри однородного шара радиуса r_1 с плотностью ρ давление P материи (идеальной жидкости) описывается выражением (см. [22]):

$$P = \Phi(r, r_1, R) \cdot c^4 / (8 \cdot \pi \cdot G \cdot R^2)$$

где радиус кривизны R определяется соотношением

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

а функция $\Phi(r, r_1, R)$ задается дробью вида

$$\Phi(r, r_1, R) = \frac{3\sqrt{1 - (r/R)^2} - 3\sqrt{1 - (r_1/R)^2}}{3\sqrt{1 - (r_1/R)^2} - \sqrt{1 - (r/R)^2}}$$

Гравитационный потенциал классической теории тяготения тесно связан с компонентой g_{00} метрического тензора в ОТО. Решение Шварцшильда дает для этой величины внутри шара выражение

$$g_{00} = \left(\frac{3}{2} \sqrt{1 - r_1^2 / R^2} - \frac{1}{2} \sqrt{1 - r^2 / R^2} \right)^2$$

а вне шара – отвечающее классическому потенциалу

$$g_{00} = 1 - r_1^3 / (R^2 r)$$

Обратим внимание на наличие радикалов. Р. Толмен в [22] замечает, что решение, как правило, является действительным, т.к. обычно радиус шара r_1 меньше, чем радиус кривизны R . Действительно, гравитационный радиус R_G такого шара равен

$$R_G = 2 \cdot G \cdot M / c^2 = 2 \cdot (4 \cdot \pi \cdot r_1^3 \cdot G \cdot \rho) / (3 \cdot c^2) = r_1^3 / R^2$$

откуда следует соотношение

$$R_G / r_1 = (r_1 / R)^2$$

Поскольку в обычных случаях отношение гравитационного радиуса шара к его геометрическому

радиусу очень мало, то весьма велико отношение радиуса кривизны к геометрическому радиусу. При этом условии (например, уже при $R/r_1 = 10$) графики безразмерного давления - множителя $\Phi(r, r_1, R)$ - и компоненты g_{00} метрического тензора ведут себя так, как показано на рис. 2.2. Здесь и далее аргументом является относительное расстояние r/r_1 до центра шара.

Между тем *не при всех* значениях отношения R/r_1 в *отсутствии коллапса* функция g_{00} имеет лишь один экстремум (минимум при $r = 0$). Такая ситуация возникает вблизи коллапса (но еще до его наступления). Если приравнять производную dg_{00}/dr к нулю, то при выполнении условия

$$9/8 > (R/r_1)^2 > 1$$

возникает еще один внутренний экстремум при

$$r/R = \sqrt{9r^2 / R^2 - 8}.$$

В этом случае данный внутренний экстремум будет минимумом, а экстремум при $r = 0$ теперь уже будет локальным максимумом. Указанный внутренний минимум трансформируется в пределе (при пограничном коллапсе) в излом компоненты g_{00} . На рис. 2.3 показан характер изменения g_{00} для двух близких к пограничному коллапсу случаев - до появления второго внутреннего экстремума ($R/r_1 = 1.1$) и при наличии такового ($R/r_1 = 1.015$).

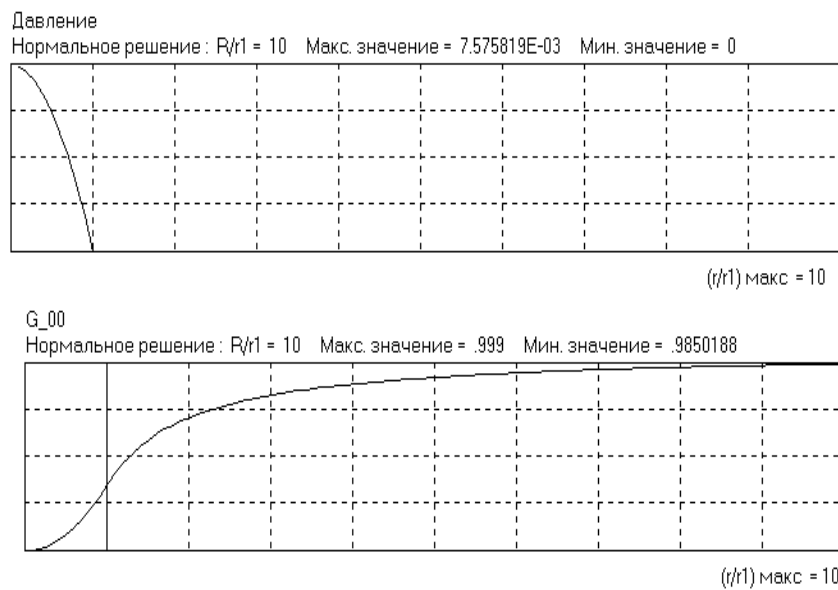


Рис. 2.2. Графики изменения безразмерного давления множителя $\Phi(r, r_1, R)$ и компоненты g_{00} метрического тензора в далеком от коллапса случае ($R/r_1 = 10$)

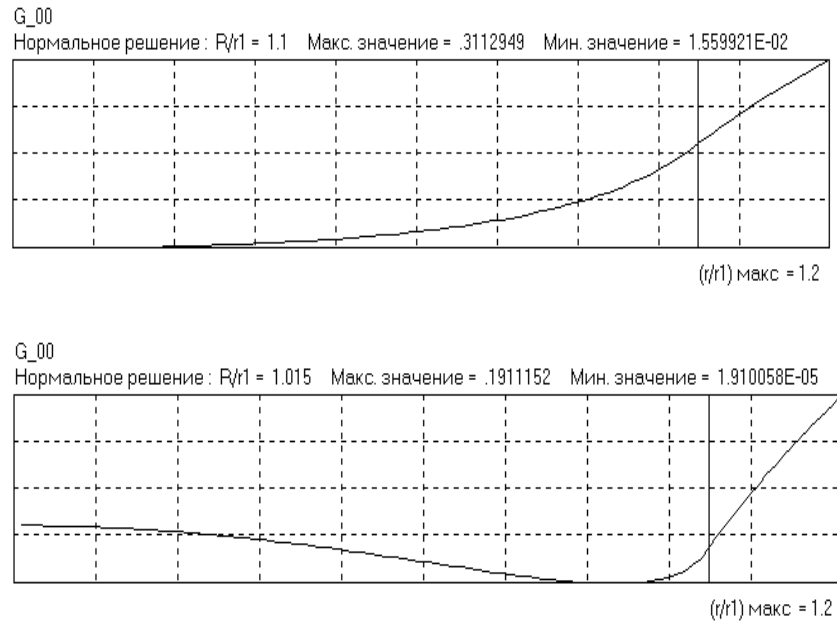


Рис. 2.3. Характер изменения g_{00} для двух близких к пограничному коллапсу случаев - до появления второго внутреннего экстремума ($R/r_1 = 1.1$) и при наличии такового ($R/r_1 = 1.015$).

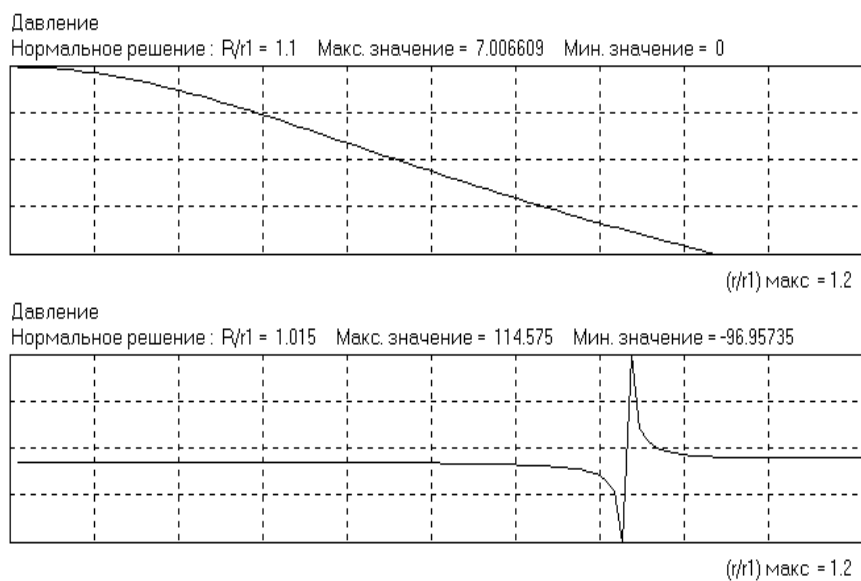


Рис. 2.4. Характер изменения безразмерного давления для двух близких к пограничному коллапсу случаев - до появления второго внутреннего экстремума ($R/r_1 = 1.1$) и при наличии такового ($R/r_1 = 1.015$).

Соответственно выглядят и графики давления, приведенные на рис. 2.4. При отсутствии второго экстремума (безразмерное) давление возрастает от нуля на границе шара до максимального значения в его центре. Совсем другая картина наблюдается при наличии второго экстремума. На промежутке от границы шара до экстремума давление сначала весьма резко увеличивается от нуля до максимума, затем в районе экстремума скачком падает до отрицательного (!) значения, а после этого сначала резко, а затем уже относительно плавно стремится к сравнительно небольшому по величине отрицательному значению в центре шара.

Итак, еще в отсутствие коллапса (но вблизи границы $R/r_1 = 1$, при которой он наступает), мы сталкиваемся с новым 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 расшириться. 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.

Заглянем немножко вглубь таинственного явления, именуемого коллапсом. На первый взгляд этому препятствует изменение знака под радикалами в вышеприведенных выражениях для $\Phi(r, r_1, R)$ и g_{00} . Однако во многих случаях возникающую мнимую единицу удастся вынести из под корней и сократить либо возвести в квадрат, так что проблемы возникают реже, чем можно было бы ожидать.

В случае пограничного коллапса шара (при $R = r_1$) выражение для $\Phi(r, r_1, R)$ вырождается в константу, имеющую значение -3 при любом значении $0 < r < r_1$. Важно отметить, что при коллапсе давление будет уже заведомо отрицательным. Далее, при пограничном коллапсе на границе шара компонента g_{00} претерпевает излом, в который трансформируется, как уже отмечалось, появляющийся вблизи коллапса внутренний минимум компоненты g_{00} .

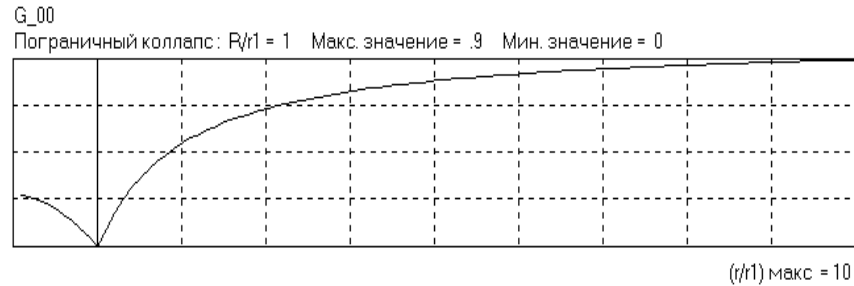


Рис. 2.5. Компонента g_{00} при пограничном коллапсе

На рис. 2.6 показаны графики давления и g_{00} при относительно сильном коллапсе ($R/r_1 = 0.1$)

Из этих графиков видно, что при коллапсе не только давление, но и компонента g_{00} метрического тензора становится отрицательной еще вне границ шара и остается таковой вплоть до $r = R$, причем в этой последней точке производная данной величины бесконечно велика.

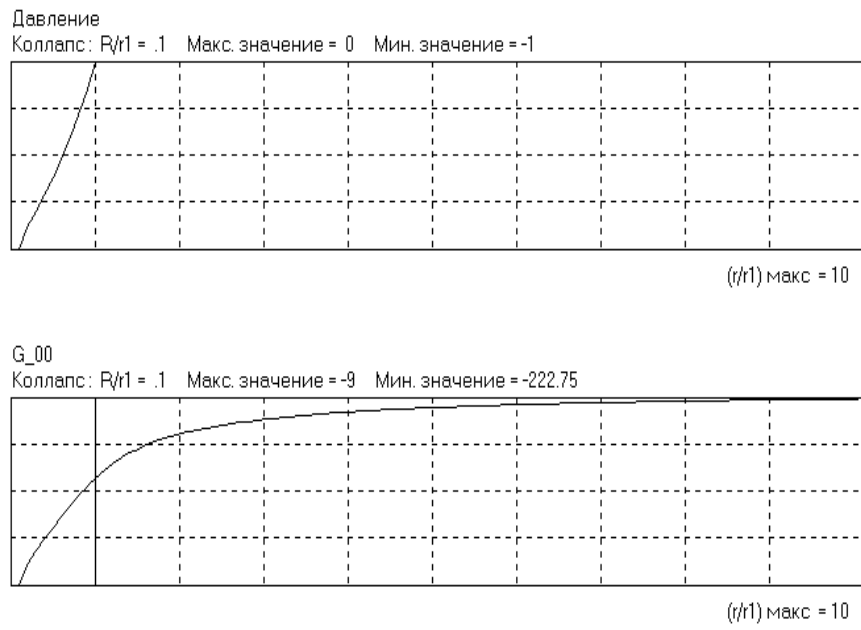


Рис. 2.6. Графики давления и g_{00} при относительном сильном коллапсе ($R/r_1=0.1$)

Представляет также интерес обсуждение ситуации в самом “ядре” шара, т.е. при $r < R$. В этой области давление оказывается комплексным. С моей точки зрения, это можно интерпретировать следующим образом. Изменение знака внутри радикала вида $\sqrt{1 - (r/R)^2}$ физически можно сопоставить изменению знака под радикалом вида $\sqrt{1 - (v/c)^2}$, т.к. кривизна есть мера потенциальной энергии гравитационного поля, а скорость частицы – мера ее кинетической энергии. Случай, когда выражение внутри последнего радикала меняет знак, отвечает переходу движущейся системы отсчета через световой барьер. При этом две пространственные компоненты скорости, перпендикулярные направлению движения, для неподвижного наблюдателя становятся мнимыми. Действительно, соответствующее преобразование Лоренца имеет вид:

$$v_x = (v'_x + V)/A, \quad v_y = v'_y \cdot \alpha / A, \quad v_z = v'_z \cdot \alpha / A,$$

где V – скорость движущейся системы,

$$A = 1 + (v'_x \cdot V)/c^2$$

и

$$\alpha = \sqrt{1 - (V/c)^2},$$

т.е. в целом вектор скорости оказывается комплексным. Остается вспомнить, что давление имеет размерность плотности, умноженной на квадрат скорости.

Итак, 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 ρ . 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. При этом, 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, повидимому, не меньше, чем ее геометрический размер; следовательно, и отношение ее геометрического радиуса r_1 к радиусу кривизны R , скорее всего, больше единицы. А это означает, что рассмотрение решения для коллапсирующего шара – отнюдь не праздное занятие. При сильном коллапсе (когда $r_1/R \gg 1$) множитель $\Phi(r, r_1, R)$ следует преобразовать к виду:

$$\Phi(r, r_1, R) = \frac{3\sqrt{(r/R)^2 - 1} - 3\sqrt{(r_1/R)^2 - 1}}{3\sqrt{(r_1/R)^2 - 1} - \sqrt{(r/R)^2 - 1}}$$

Пренебрегая единицей в радикалах и рассматривая центральную область шара $R < r \ll r_1$, найдем, что

пределом для $\Phi(r, r_I, R)$ в этом случае служит -1 , поэтому при указанном условии получаем, что

$$P = -c^4/(8\pi GR^2) = -\rho c^2/3$$

Еще раз отметим, что в случае строгого равенства $r_I/R = 1$ значение $\Phi(r, r_I, R)$ строго равно -3 в *любой* точке внутри шара (т.е. $P = -\rho c^2$).

2.5. Новые решения космологических уравнений

Вернемся к тезису автора о необходимости глобального учета гравитационного давления и будем 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 давлением 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 ($R < r \ll r_I$) 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:

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

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 даже нестационарное решение в явном виде не содержит такой параметр, как время. 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!

2.6. 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 [22], для любого материального шара с ненулевой плотностью метрика этой области искажается по отношению к евклидовой, ее геометрия совпадает с геометрией четырехмерной сферической гиперповерхности.

Мы уже рассматривали выше, как выглядит график компоненты g_{00} метрического тензора 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 непрерывно вещество и излучение поступают и, быть может, позволяют судить о свойствах этого внешнего Мира. Тем, кто читал фантастическую повесть В.А.Обручева “Земля Санникова”, 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.

С другой стороны, выразив массу нашей Вселенной $M = \rho \cdot V$ через среднюю плотность $\rho = 3 \cdot c^2 / (4 \cdot \pi \cdot G \cdot R^2)$ и объем 3-мерного неевклидова шара $V = 2 \cdot \pi^2 \cdot R^3$, непосредственно получим подтверждающее этот же вывод соотношение

$$R = 2 \cdot M \cdot G / (3 \cdot \pi \cdot c^2) = R_G / (3 \cdot \pi)$$

где $R_G = 2 \cdot M \cdot G / c^2$ - гравитационный радиус Вселенной. 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. Выполнение условия $R < R_G$ опять-таки согласуется 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 ([25]), значение вышеупомянутой космологической постоянной Эйнштейна для традиционной модели составляет примерно 10^{-56} см⁻². Нетрудно заметить, что эта величина очень близка к единице, деленной на квадрат радиуса Вселенной, что представляется весьма симптоматичным.

Далее, астрофизические наблюдательные данные, интерпретируемые в духе модели Эйнштейна-Фридмана, указывают, казалось бы, на два важных эффекта – **ускоренное** расширение Вселенной и существование в ней огромного количества “темной” материи [25, 27]. Ускорение расширения объясняют отличием от нуля космологической постоянной. Одновременно в [27] 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 просто и ясно 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.

2.7. Теория тяготения и закон сохранения энергии

Остановимся на одном важнейшем для физики обстоятельстве. До сих пор в ней практически не использовались модели, в которых принципиально не выполняется закон сохранения полной массы, а значит, и энергии.

Поскольку новое решение получено для случая $R'=c$, то постоянная Хаббла оказывается обратно пропорциональной радиусу и возрасту Вселенной. Существенное отличие этого решения от похожего решения Фридмана состоит в том, что оно отвечает положительной кривизне 4-сферы, а не плоской метрике, и соответствует не *критическому, а произвольному* положительному значению средней плотности материи. Соответственно и *масса Вселенной*, равная произведению средней плотности на ее объем, *оказывается не постоянной во времени, а пропорциональной* радиусу кривизны и *времени*.

Таким образом, несохранение полной массы Вселенной (и связанной с ней энергии покоя) оказывается прямым следствием учета статического давления материи в уравнении Эйнштейна. Является ли этот факт катастрофой, побуждающей вообще отказаться от такого решения? Я думаю, что ситуация не так драматична.

Как известно, закон сохранения энергии однозначным образом соответствует такому чисто "геометрическому" свойству Вселенной, как однородность времени, т.е. независимость в общем случае характеристик течения физического процесса от того, когда именно он был начат - вчера, сто лет или сто миллиардов лет назад. Такое соответствие обусловлено отсутствием в аналитическом формализме явной зависимости от времени функции

Лагранжа замкнутой физической системы, т.е. равенством нулю ее частной производной по времени.

Оставаясь в рамках *классической механики*, мы можем усомниться в том, что течение всех без исключения физических процессов не зависит от кривизны той области пространства, в которых эти процессы протекают. Напомним, что основные уравнения Лагранжа выводятся из вариационного принципа, согласно которому реальная траектория в пространстве обеспечивает наименьшее значение специального функционала - действия. Если кривизна пространства меняется с течением времени, то выбор начального и конечного момента варьирования принципиально влияет уже на само множество и характер варьлируемых траекторий, что в общем случае исключает независимость результата от этого выбора, т.е. тезис об однородности времени.

Когда же речь заходит о распространении закона сохранения энергии на *общую теорию относительности*, то делается это скорее в силу традиции, чем исходя из строгого обоснования. Это приводит к известным логическим трудностям, по поводу которых у физиков имеются различные мнения, и на которых мы здесь останавливаться не станем. Можно подозревать, что традиция опоры на закон сохранения энергии постепенно приобрела чисто психологический характер, в точности повторяя судьбу пятого постулата Эвклида.

В действительности именно уравнения Эйнштейна и отражаемая ими объективная физическая реальность должны использоваться в качестве отправного момента теории. ***В правильной теории найденная путем решения этих уравнений зависимость средней плотности материи и всей массы Вселенной от времени должна приводить к точному или приближенному выполнению закона сохранения массы и энергии, а не наоборот!*** Так и обстоит

дело в действительности, и данное обстоятельство не только проясняет проблему сохранения энергии во Вселенной, но и помогает выйти на правильные исходные позиции при анализе такого объективно существующего феномена, как направленность ("стрела") времени.

В силу сказанного выше космологическая теория "большого взрыва" должна быть заменена моделью "энергетического насоса". Проблемы, связанные с начальной сингулярностью, во многом теряют свою остроту, поскольку начальные значения массы и энергии в нашей модели также равны нулю.

Исходя из астрофизических наблюдений, Н.А.Козырев [3] 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 времени существования Вселенной: $\Delta m/m = \Delta E/E = \Delta t/t$. Отсюда следует, что дополнительная энергия может обусловить мощность излучения на единицу массы звезды, пропорциональную постоянной Хаббла (в нашей модели эта постоянная равна $H = 1/t$):

$$\Delta E/(\Delta t \cdot m) \leq c^2 \cdot H$$

Так, для Солнца относительное уменьшение массы за счет излучения в год составляет до 10^{-15} , тогда как текущий возраст Вселенной обеспечивает удельный прирост массы до 10^{-10} .

Исключает ли общепринятая модель излучения Солнца (вследствие термоядерного синтеза гелия из атомов водорода) иные механизмы генерации энергии? Вот что пишет лауреат Нобелевской премии 1979, выдающийся физик-теоретик, один из создателей теории электрослабых взаимодействий Шелдон Ли Глэшоу [24] : “ Эта теория

звездной эволюции чрезвычайно успешно объяснила жизненный цикл звезд через ядерные реакции. Однако в последние годы ей пришлось пережить не только триумф, но и полный упадок в руках новой экспериментальной науки: нейтринной астрономии Этот упадок начался с работы Реймонда Дэвиса (отмеченной Нобелевской премией за 2002 г.], который в течение почти двадцати лет терпеливо отслеживал нейтрино, исходящие от Солнца ... В огромном баке очищающей жидкости, помещенном глубоко под землей в шахте Южной Дакоты, Дэвис умудрился останавливать ежемесячно около дюжины солнечных нейтрино. В этом и состоит проблема: ему удается захватить лишь треть того количества нейтрино, которое он должен захватывать согласно предсказанию теории. Внутри Солнца происходит что-то странное, чего мы не понимаем. Вполне возможно, что наша Солнечная модель содержит ошибки; быть может, внутри Солнца существует черная дыра Проблема солнечных нейтрино – одна из самых больших загадок, лежащих на границе астрономии и физики частиц. В России, Канаде, Японии и Италии проводятся крупные эксперименты по изучению солнечных нейтрино с целью выяснения, что же все-таки происходит в недрах Солнца.”

3. ВРЕМЯ И ПРОСТРАНСТВО В ЛОКАЛЬНОМ ПРИБЛИЖЕНИИ

3.1. Время, мировые линии и движение частиц

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 для данной работы 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.

Однако для этого придется пересмотреть некоторые привычные представления. Так, мы откажемся оперировать с 3-мерными образами "частиц" и иных объектов, с которыми имеет дело современная физика. Для нее понятие "мировой линии" частицы является скорее метафорой, и характерно "наблюдение" за частицами в пределах ограниченных отрезков времени. В противоположность этому следует принять, что исходными и объективно существующими объектами изучения являются как раз мировые линии, которые наше "3-мерное" сознание воспринимает как фрагменты в малой области пространства-времени. Именно мировые линии, с моей точки зрения, обладают теми объективными свойствами, которые должны быть положены в основу нового научного подхода, и эти свойства носят фундаментально глобальный (по отношению к размерам 4-мерного шара) характер. С этой новой точки зрения *не существует движения отдельных частиц*. Оно (это движение) есть проявление одного *единственного* процесса - расширения 4-шара, при котором в 4-мерном континууме непрерывно перемещаются образы точек пересечения всех (объективно существующих) мировых линий с текущей гиперповерхностью сферы радиуса R , представляющей данный момент "времени существования" Вселенной.

3.2. Закон Хаббла

Итак, согласно нашему подходу, именно само *увеличение радиуса кривизны Мира (реальный физический феномен) воспринимается нами как течение времени.*

Начнем с неподвижных объектов - звезд. Несложно показать, что если именно возрастающую величину радиуса принять в качестве меры времени, то из простейших геометрических рассуждений сразу выводится закон Хаббла.

Действительно, проведем две прямолинейные мировые линии из центра (4-мерного) шара, "пронзающие" его поверхность. По мере его расширения пара лучей - мировых линий - как бы пересекает последовательность концентрических сфер, что и порождает эффект "разбегания" образов точек пересечения.

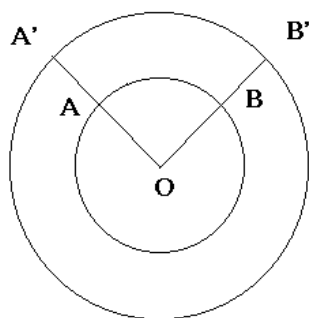


Рис. 3.1

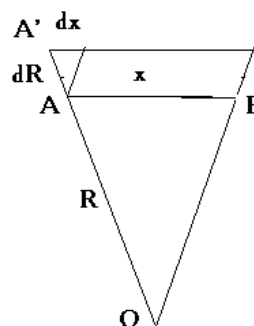


Рис. 3.2

Рассматривая значение радиуса R "текущей" сферы как параметр, вычислим производную по этому параметру расстояния x между образами двух точек A и B (рис. 3.1), т.е. формальную "скорость" их разбегания в функции изменения R .

Для достаточно близких точек на сфере из подобия треугольников вытекает (рис.3.2), что

$$dx/dR = x/R$$

Заметим, что этим соотношением определена постоянная величина - угол с вершиной в центре расширения. Ничто не мешает нам выразить формальный параметр - радиус R - через любой другой, пропорциональный ему. Обозначим новый параметр через t , а в качестве коэффициента пропорциональности выберем любую константу V_0 с размерностью скорости. Тогда вместо приведенного соотношения получим:

$$dx/(V_0 \cdot dt) = x/(V_0 \cdot t)$$

или, после сокращения на V_0 в знаменателе:

$$dx/dt = x/t$$

Назовем теперь параметр t "временем", а производную - $v = dx/dt$ - "скоростью разбегания". Чтобы получить закон Хаббла, остается лишь ввести постоянную его имени $H = 1/t$:

$$v = H \cdot x,$$

причем значение параметра t однозначно связано с экспериментально определяемой величиной H . Если мы хотим отождествить параметр t с "настоящим" временем, то в качестве константы V_0 следует принять скорость света c - экспериментально определенную константу пропорциональности между временным и пространственным эталонами расстояния. Теперь можно найти выражение и для радиуса кривизны "текущей" сферы:

$$R = c / H$$

3.3. Инерциальное движение и специальная теория относительности

От эффекта “разбегания” неподвижных звезд перейдем к анализу равномерного (инерциального) движения.

Учитывая огромную величину радиуса Вселенной, изобразим схематически сферы радиуса R и $R+dR$ в виде двух параллельных сечений (рис 3.3). Все мировые события-точки, лежащие в одном и том же сечении (например, $R+dR$), образуют как бы мгновенную фотографию Вселенной.

Рассмотрим некоторую точку O на линии, отвечающей сфере радиуса R , в которой находились два наблюдателя. Напомним, что эта точка соответствует 4-мерному событию, поэтому наблюдатели во всяком случае одновременно находились в одной и той же точке 3-мерного пространства. Затем один из них “дрейфует” вдоль мировой линии OB_0 параллельно потоку времени, т.е. неподвижен в пространственном смысле, а второй перемещается относительно первого, двигаясь вдоль мировой линии OB_1 , причем все перемещения реально обусловлены параллельным переносом сечения перпендикулярно радиусу Вселенной. Соответствующие 4-мерные векторы перемещений обозначим через $c \cdot t_0$ и $c \cdot t_1$, где c - скорость света.

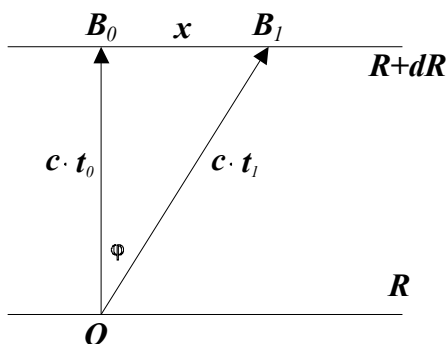


Рис. 3.3.

Во-первых, мы сразу же можем заключить, что по мере расширения Вселенной (и исключительно за счет этого обстоятельства) расстояние x между точками пересечения мировых линий и текущим сечением Вселенной изменяется **равномерно и прямолинейно**. Тем самым мы перевели представление об инерциальном движении из априорного (и часто приводящего к порочному кругу определений) во вторичное, которое непосредственно и естественно вытекает из порождающей его исходной модели.

Далее, мы можем также установить существование естественного ограничения на возможный угол отклонения мировой линии от нормали к сечению; очевидно, этот угол не может быть больше прямого. Данный факт, бесспорно, увязывается с наличием предельной скорости движения c , что также говорит в пользу нашей модели. Отношение $v/c = x/(c \cdot t)$ является мерой угла ϕ отклонения вектора 4-мерного перемещения от нормали (попросту говоря, $\sin \phi = v/c$). **Особо важным является то, что эта мера неаддитивна**: при сложении углов результирующая относительная скорость не равна сумме скоростей!

Наконец, понятно, что **движение с предельной скоростью c происходит вдоль сечения Вселенной**, перпендикулярно к ее радиусу. Это означает, что сечения R и

$R+dR$ соответствуют образующим так называемого светового конуса, а промежутки времени t_0 и t_1 соответствуют измеренным в неподвижной системе отсчета продолжительностям движения с соответствующими (нулевой и некоторой конечной) скоростями между рассмотренными сечениями Вселенной.

Вышеприведенный анализ выполнен с помощью представления о системе координат “нормаль-поверхность” (речь идет о поверхности 4-сферы). Как мы сейчас увидим, эта система координат не идентична с обычно используемой системой координатных осей “время-перемещение”. Более того, вновь введенная система координат позволяет избежать привлечения концепции псевдоэвклидовой метрики, лежащей в основе формализма Минковского.

Установим теперь соответствие между конструкциями новой теории и привычными модельными представлениями специальной теории относительности (СТО).

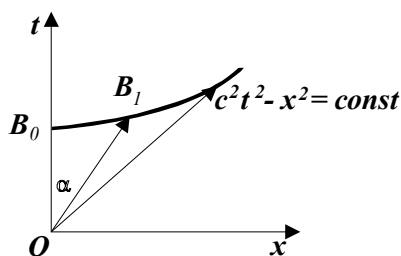


Рис. 3.4

На рис. 3.4 приведена типичная для СТО система координат, по оси ординат отложено время t , по оси абсцисс - перемещение x . Пунктирной линией обозначен световой конус. Как в этой системе изображается сечение Вселенной постоянного радиуса? Ответ получить легко. Жирная линия на этом рисунке как раз и соответствует тем точкам

пространственно-временного континуума, *собственное* время движения до которых из точки O одно и то же для тел, движущихся со всеми возможными скоростями. Иначе говоря, 4-мерное (псевдо-)расстояние в пространстве Минковского от точки O до любой из точек B_0, B_1, \dots , одинаково и соответствует расстоянию между сечениями R и $R+dR$ Вселенной на рис. 3.3:

$$c^2 \cdot t^2 - x^2 = const$$

В частности, если константа в правой части равна нулю, наша кривая вырождается в световой конус. В противном случае угол α отклонения вектора скорости от оси времени будет меньше 45° ; этот угол определен соотношением

$$tg \alpha = x/(c \cdot t) = v/c$$

Данный угол поворота в пространственно-временной плоскости, собственно говоря, отвечает переходу от одной скорости к другой. Все множество скоростей соответствует совокупности допустимых углов поворота.

Спрашивается, как соотносятся между собой указанный угол поворота α (в пространстве “время-перемещение”) и угол φ отклонения вектора 4-мерного перемещения (с определенной скоростью) от кратчайшего 4-мерного пути (с нулевой скоростью) между сечениями Вселенной на рис. 3.3 (в пространстве “нормаль-поверхность”) ? Легко видеть, что угол φ не равен углу α на рисунке 3.4; действительно, когда первый стремится к 90° , второй стремится к 45° . С учетом определений углов мы можем заключить, что

$$tg \alpha = \sin \varphi.$$

С другой стороны, между этими углами заведомо установлено взаимно-однозначное соответствие, так что переходу от одного вектора 4-мерного перемещения к другому на рис. 3.3 (в пространстве “нормаль-поверхность”) всегда отвечает совершенно определенное преобразование Лоренца (в пространстве “время-перемещение”). Мы, таким образом, получили наглядную интерпретацию этого преобразования средствами чисто эвклидовой (а не псевдоэвклидовой) геометрии, причем во вновь введенной системе координат аргумент преобразования определяется не через гиперболический арктангенс (как в СТО), а через обычный арксинус скорости. При этом необходимость в использовании (и физической интерпретации) мнимых отрезков и углов отпадает, а время движения для *неподвижного* наблюдателя (ордината конечной точки вектора OB_1 на рис. 3.4) действительно соответствует длине вектора 4-мерного перемещения OB_1 на рис. 3.3.

В рамках этой интерпретации необходимо также принять, что *часы во всех без исключения системах отсчета измеряют приращение радиуса Вселенной безотносительно к собственному движению часов*. В силу этого обстоятельства часы, связанные с *любым* инерциально движущимся наблюдателем (а не только с абсолютно неподвижным!) покажут при движении между двумя заданными сечениями Вселенной одно и то же значение временного промежутка. Для каждого из таких наблюдателей (т.е. во всех возможных инерциальных системах отсчета) один и тот же интервал между двумя 4-событиями O и B_0 является катетом одной и той же длины, так что в каждой такой системе отсчета пространственная и временная координаты движущегося с постоянной скоростью тела удовлетворяют одному и тому же условию

$$c^2 \cdot t^2 - x^2 = const$$

что означает соответственно справедливость правил преобразования координат и времен в СТО. Однако это верно лишь в том случае, когда координата x обозначает расстояние именно до *абсолютно неподвижного* (а не произвольного) наблюдателя.

Решим, далее, такую задачу - выясним, как будет выглядеть по отношению к сечению Вселенной множество точек, *одновременных* в покоящейся системе координат (“время-перемещение”) и соответствующих жирной горизонтальной линии на рис. 3.5.

Легко видеть, что условие $t = \text{const}$ можно записать в виде

$$x = \text{const} \cdot \text{tg} \alpha = \text{const} \cdot \sin \varphi,$$

что соответствует уравнению окружности (жирная линия на рис. 3.6). Таким образом, одновременным (в покоящейся системе отсчета) событиям отвечают равноудаленные от исходного в данном сечении Вселенной события точки, принадлежащие *различным* сечениям Вселенной.

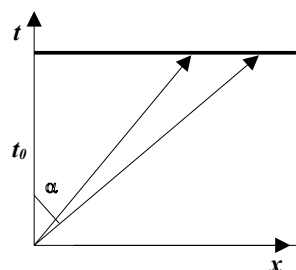


Рис.3.5

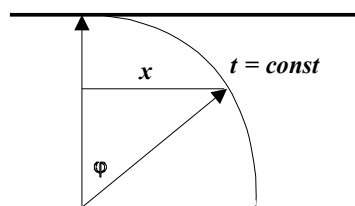
 $R+dR$ R 

Рис. 3.6

Интересно также сравнить представления о физической причинности. В СТО эти представления наглядно

изображаются общеизвестной диаграммой на рис.3.7 в системе координат “время-перемещение”:

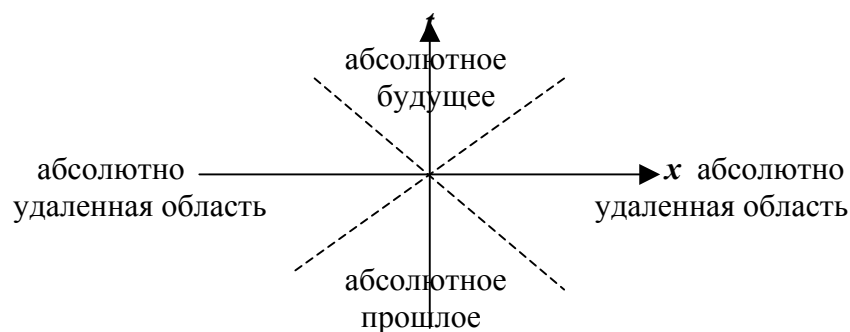


Рис. 3.7

На этой диаграмме некоторое интересное нас первое (4-мерное) событие помещено в начало координат (точку пересечения осей t и x). Пунктиры “светового конуса” разграничивают три области прилегающего континуума. Если второе событие расположено в области абсолютного прошлого по отношению к первому событию, то в любой системе отсчета оно предшествует первому, 4-мерный интервал между двумя событиями является времениподобным, а наименьшим временным промежутком они разделены в той системе отсчета, где их пространственные компоненты совпадают (т.е. в системе отсчета, “движущейся” от первого события ко второму). Симметричным образом обстоит дело в области абсолютного будущего, только здесь в любой системе отсчета первое событие предшествует второму. Если же второе событие лежит вне “светового конуса”, то в любой системе отсчета эти события происходят в разных местах пространства, причем наименьшим расстояние между ними является в той

системе отсчета, где они происходят одновременно; это – “область абсолютного удаления” событий.

В развиваемой здесь теории (система координат “нормаль-поверхность”) ситуация несколько трансформируется. В рамках локального подхода, когда изохрона (сечение Вселенной данного радиуса R) изображается просто горизонтальной линией (см. рис. 3.8), область абсолютного будущего располагается над этой линией, область абсолютного прошлого – под линией, а абсолютно удаленная область совпадает с 3-мерным сечением Вселенной. В отличие от СТО, область вне “светового конуса” вырождается в 3-мерную гиперповерхность, т.е. совпадает со “световым конусом”.

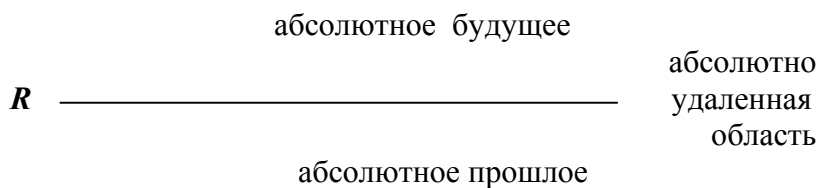


Рис. 3.8

При глобальном рассмотрении пространственное сечение Вселенной изображается (на рис. 3.9) окружностью, совпадающей с абсолютно удаленной областью. Область аб-



Рис. 3.9

солютного прошлого лежит внутри, а область абсолютного будущего – вне окружности.

Интересным является и еще один момент. При физическом движении любого тела с досветовой скоростью его мировая линия соединяет исходную точку одного концентрического сечения Вселенной с конечной точкой, принадлежащей другому концентрическому сечению большего радиуса. Такая траектория может быть представлена суммой достаточно малых наклонных прямолинейных отрезков, длина каждого из которых (отвечающая времени перемещения, определяемого в неподвижной системе отсчета) будет больше длины соответствующей горизонтальной проекции на пространственное сечение Вселенной. Поэтому и длина всей траектории в целом будет всегда больше длины чисто пространственного перемещения, так что результирующая 3-мерная скорость движения всегда будет меньше скорости света.

С другой стороны, из выражения для Хаббловой скорости разлета неподвижных галактик

$$v = (c/R) \cdot x$$

вытекает, что уже при $x = R$ величина этой скорости достигает скорости света, так что при расстоянии между такими галактиками, превышающем (в угловом измерении по отношению к центру 4-мерного шара) один радиан, мы приходим, казалось бы, к ситуации со сверхсветовой скоростью.

В действительности, согласно предлагаемой системе взглядов, под скоростью движения допускается понимать только тот случай, когда это движение (в процессе расширения Вселенной) обусловлено перемещением изображающей точки по мировой линии, *отклоняющейся* от

нормали к изохроне. С этой точки зрения понятие обычной трехмерной скорости вообще не применимо к Хабблову расширению, оно представляет собой некий дополнительный по отношению к традиционному механизм движения, в частности, не обеспечивает причинно-следственной связи между событиями на взаимно удаляющихся объектах (такая связь возможна лишь между некоей общей причиной и каждым из них в отдельности).

3.4. О течении времени в СТО и ТШРВ

Сравним представления о течении времени в СТО и ТШРВ, рассмотрев сначала случай относительного инерциального движения двух тел и связанных с ними наблюдателей, снабженных часами. В обеих моделях течение времени считается зависимым от скорости движения. В СТО промежуток времени *между двумя моментами движения 2-го наблюдателя* 1-й наблюдатель в своей системе отсчета (он в ней неподвижен) полагает равным t_{11} , а в системе второго наблюдателя – равным t_{12} , причем, согласно СТО, $t_{11} > t_{12}$ (т.е., как отмечается в [17], “движущиеся часы идут медленнее неподвижных”). Совершенно симметричным образом промежуток времени *между этими же самыми событиями* 2-й наблюдатель в его (покоящейся, по его мнению) системе отсчета полагает равным t_{21} , а в системе первого наблюдателя – равным t_{22} , причем $t_{21} > t_{22}$. Таким образом, каждый из наблюдателей полагает, что время в его системе отсчета течет быстрее, чем в системе другого наблюдателя.

Указанную коллизию СТО предлагает считать несущественной в силу следующего обстоятельства. Экспериментально сравнить непосредственные показания двух часов невозможно без нарушения инерциального характера движения, по крайней мере, одного из тел,

например, путем поворота и возвращения к первому телу. Действительно, при этом такое тело неминуемо должно изменить свою скорость, т.е. (претерпев ускорение) перейти из одной инерциальной системы отсчета в другую.

Возможен и другой способ, при котором показания движущихся часов (K') сравниваются в начальной точке с показаниями одних неподвижных часов (K_1), а в конечной точке – с показаниями вторых неподвижных часов (K_2). Разумеется, при этом неподвижные часы K_1 и K_2 должны заранее быть строго синхронизированы между собой (например, в начальной точке, после чего часы K_2 сколь угодно медленно перемещаются в конечную точку, а уж затем осуществляется основной эксперимент).

В [17] подобный эксперимент описывается следующим образом: “Пусть в некоторый момент времени часы K' пролетают мимо часов в K , и в этот момент показания обоих часов совпадают. Для сравнения хода часов K и K' надо вновь сравнить показания тех же движущихся часов K' с часами в K . Но теперь мы уже сравниваем показания тех же движущихся часов в K' с другими часами в K – с теми, мимо которых часы K' пролетают в другой момент. При этом мы обнаружим, что часы K' будут отставать по сравнению с часами в K , с которыми они сравниваются. Мы видим, что для сравнения хода часов в двух системах отсчета необходимы несколько часов в одной системе и одни в другой. Поэтому этот процесс не симметричен по отношению к обеим системам. Всегда окажутся отстающими те часы, которые сравниваются с разными часами в другой системе отсчета.”

Приведенная аргументация кажется мне весьма туманной, что, к сожалению, побудило меня ранее считать ее просто нелогичной. Ясность в этот вопрос вносит анализ, приведенный в учебном пособии [26]. Из него следует, что дело не в несимметрии, зависящей от количества часов, а в

том, что часы, синхронизированные в неподвижной системе отсчета, уже не будут синхронными в движущейся относительно неподвижного наблюдателя системе отсчета.

Это мое заблуждение опиралось также на утверждение автора [23], где отвергаются попытки *количественно* обосновать парадокс часов в теории относительности за счет этапа ускоренного движения возвращающихся после этапа удаления подвижных часов от неподвижных. Автор [23] полагает, что фаза ускорения может внести лишь вклад, который, как он считает, *не зависит* от длины неускоренного участка, в то время как релятивистская разность времен *пропорциональна* этим длинам. В действительности это не так, поскольку замедление времени на этапе ускорения зависит от величины эквивалентного потенциала тяготения, а он (в первом приближении) равен *произведению* ускорения на расстояние между часами, т.е. именно *на длину участка с неускоренным движением* (этот вопрос вполне ясно изложен в лекциях М.В. Сажина по теории относительности для астрономов, см. [<http://www.astronet.ru:8101/db/msg/1170927>]).

С другой стороны, вся проблема в целом именно в связи с переходом к новой системе отсчета (при полном исключении этапа ускорения) прекрасно проанализирована в упомянутом классическом учебном пособии [26]. Там речь идет о Петре, сначала улетающем на космическом корабле от Павла, а затем возвращающегося к нему.

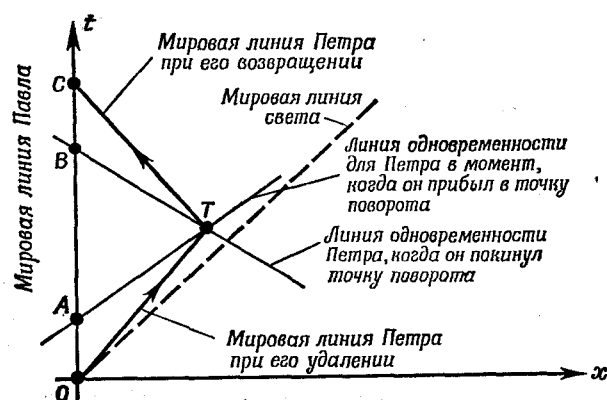


Рис. 3.10.

На заимствованном отсюда рис. 3.10 показана мировая линия Петра, меняющая наклон в точке Т. В этой точке Петр скачком переходит из одной инерционной системы (удаляющейся от Павла) в другую (приближающуюся к нему). На мировой линии Павла мы имеем отрезки времени ОА и ВС (этапы удаления и приближения, которые меньше отрезков собственного времени ОТ и ТС движения Петра), но также и отрезок АВ (*конечной* и довольно существенной длины), который, если теория относительности верна, возникает именно и исключительно в силу *мгновенного* перехода Петра из одной инерциальной системы в другую. Следовательно, СТО не содержит внутреннего противоречия, как не содержала его, впрочем, и классическая механика.

В ТШРВ, как легко видеть из рис. 3.3, неподвижным часам сопоставляется кратчайшее расстояние между двумя изохронами (вертикальный отрезок), а движущимся часам – наклонный отрезок, соединяющий эти же изохроны. Поэтому и в ТШРВ наблюдателю кажется, что движущиеся относительно него часы идут медленнее, причем численное соотношение точно такое же, как и в СТО. Однако концептуально любые часы, инерциально (т.е. вдоль прямой

мировой линии) перемещающиеся между двумя изохронами с любой допустимой скоростью, покажут один и тот же интервал “абсолютного” времени. Таким образом, в ТШРВ парадокс часов при инерциальном движении не возникает.

Что же касается замедления течения времени при ускорении или в гравитационном поле (часы в свободной от поля области пространства идут быстрее), то оно имеет объективный характер и подтверждено экспериментами. Интерпретацию этого феномена с точки зрения ТШРВ я надеюсь подробно исследовать этот вопрос в отдельной работе.

3.5. О принципе относительности Эйнштейна и выделенной системе отсчета

Принцип относительности Эйнштейна декларирует полное равноправие всех *инерциальных* систем. Напомним, что его концептуальное обоснование изначально было принято строить на двух положениях. Во-первых, исходя из опытов Майкельсона-Морли, констатировалось выполнение соотношения $cdt^2 - (dx^2 + dy^2 + dz^2) = 0$ при распространении светового сигнала в *произвольной* системе отсчета. Во-вторых, делалось не основанное непосредственно на опыте допущение, что левая часть этого равенства сама по себе (т.е. при любом ее значении) также имеет одну и ту же величину в любой инерциальной системе отсчета, т.е. является инвариантом преобразования Лоренца. Справедливость этого допущения оправдывалась апостериори успешными теоретическими предсказаниями теории относительности.

Из сказанного вытекает, что в принципе допустимы логические попытки построить новую физическую модель, в которой справедливо лишь первое равенство, тогда как второе утверждение в общем случае выполняется не строго, а лишь в достаточном приближении. Как было отмечено выше,

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 инвариантного выражения для длины 4-мерного перемещения

$$ds^2 = c^2 dt^2 - dx^2$$

возникает, как можно показать, соотношение

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

где

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

С другой стороны, универсальность принципа относительности вызывает принципиальные сомнения в связи с его непригодностью для огромного класса явлений, связанных с неинерциальным (например, с вращательным) движением. Точно так же и в электродинамике, вопреки часто бытующему представлению, уравнения Максвелла строго ковариантны только для равномерно движущихся, но не для ускоренных тел. Цитируя это утверждение В.Паули и А.Эйнштейна, Г.И.Шипов в современной работе [16] выводит условие, определяющее необходимую степень малости безразмерного ускорения. Из него следует, что и в сильных электромагнитных полях, и при ультрарелятивистских скоростях заряженных частиц специальный принцип относительности в электродинамике (как классической, так и квантовой) нарушается.

Как отмечалось выше, при наличии вращения в общем случае становится неправомерным использование принципа эквивалентности, лежащего в основе ОТО. Но

неправомерностью применения принципа эквивалентности в данном случае дело не ограничивается. Понятно, что динамические эффекты, связанные с вращением, позволяют в принципе указать выделенную (абсолютную) систему отсчета, т.е. опять-таки ставят под сомнение и принцип относительности. Поэтому мы сталкиваемся с необходимостью пойти по одному из трех возможных путей:

- найти способ обобщить принцип относительности на вращающиеся системы отсчета
- признать несостоятельность принципа относительности
- предложить приемлемую схему модификации использования принципов эквивалентности и относительности.

По первому пути пошел Г.И.Шипов [16]. Однако за подобное обобщение ему потребовалось заплатить довольно высокую цену – от геометрии 4-мерного (риманова) пространства он был вынужден перейти к геометрии более сложного 10-мерного пространства абсолютного параллелизма, в котором к четырем обычным пространственным координатам добавлены три угла Эйлера и три компоненты вектора ориентации точки. Решающим критерием истинности этого выбора должна стать практика, однако пока что правота Г.И.Шипова не получила общего признания.

Второй путь – простое отрицание принципов эквивалентности и относительности - вряд ли имеет шансы на успех спустя почти столетие после триумфа теории Эйнштейна и несомненных достижений в области астрофизики и космологии. Очевидно, речь в лучшем случае могла бы идти лишь о том, чтобы указанные принципы выступали в роли приближенных, точность которых

определяется количественными критериями их справедливости.

Я надеюсь, что излагаемая здесь теория представляет собой конструктивную реализацию третьего пути. Она дает основания усомниться в строгой справедливости принципа относительности. Действительно, в СТО принято считать совершенно равноправными точки зрения двух движущихся один относительно другого наблюдателей. Но если мы опираемся на модель концентрических сечений Вселенной, то не можем допустить, чтобы угол наклона пересекающего их вектора был величиной относительной (см. также следующий раздел) !

В действительности существует лишь *единственная нормаль* к каждому сечению. Поэтому релятивистское правило сложения скоростей строго справедливо лишь тогда, когда система отсчета наблюдателя *неподвижна в абсолютном смысле* (дрейфует вдоль нормали к сечению Вселенной). В остальных случаях может потребоваться поправка, величина которой зависит от абсолютной скорости движения системы отсчета.

От этой же абсолютной скорости движения системы отсчета зависит и возникающая в общем случае несимметрия сложения скоростей при вращательном и колебательном движении. Если абсолютная скорость центра инерции равна нулю, то линейные скорости в двух точках, характеризующих противоположной фазой, в точности равны и противоположны по знаку. Однако чем больше значение абсолютной скорости центра инерции, тем больше (вследствие правила сложения скоростей с учетом поправки) различие (несимметрия) этих скоростей. Этот эффект в принципе позволяет не только выявить неинерциальность системы отсчета наблюдателя, но и определить ее абсолютную скорость.

3.6. Масса, энергия покоя 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.

Напомним теперь, что каждой частице с энергией E и импульсом P может быть сопоставлена волна де Бройля с периодом колебаний τ и длиной λ , причем:

$$E = h/\tau, P = h/\lambda$$

где h - постоянная Планка.

Выразив минимально возможные значения энергии E_0 и импульса P_0 через радиус кривизны Вселенной R , получим:

$$E_0 = c \cdot h/R, P_0 = h/R$$

и для любой частицы с энергией E и импульсом P найдем:

$$E/E_0 = R / (c \cdot \tau), \quad P/P_0 = R/\lambda$$

Но отношения, стоящие в *левой* части каждого равенства, пропорциональны инертной массе частицы m ; в *правой* же стороне каждого из равенств стоит характерное соотношение между длиной волны де Бройля и радиусом кривизны Вселенной. Таким образом, масса оказывается квантовым числом, определяющим кратность волны де Бройля по отношению к базовому геометрическому параметру Вселенной, причем минимальная масса покоя (отвечающая энергии первой гармоники кривизны) равна:

$$m_0 = h / (R \cdot c) = h \cdot H / c^2$$

Эта величина крайне мала, порядка 10^{-66} г, тогда как масса электрона составляет около 10^{-27} г.

Теперь нам предстоит сделать важный шаг. Мы определили "текущую" массу частицы через отношение радиуса кривизны Вселенной к длине волны де Бройля. Но с течением времени радиус Вселенной возрастает. Как же ведет себя масса в целом?

Если бы длина волны де Бройля также возрастала пропорционально этому радиусу, мы, повидимому, вообще не смогли бы обнаружить изменение размеров Вселенной, в том числе и знаменитого "красного смещения". Мне кажется логичным признать, что волновые параметры частиц неизменны. Этот факт может рассматриваться как подтверждения тезиса о том, что масса материи растет прямо пропорционально размеру и возрасту Вселенной.

3.7. Полная энергия движения

Пусть $v_x = dx/dt$, $v_y = dy/dt$, $v_z = dz/dt$ – компоненты обычной 3-мерной скорости v . В СТО (система координат

“время-перемещение”) вводится определение псевдо-евклидова вектора нормированной 4-мерной скорости частицы – он направлен вдоль мировой линии частицы, его длина равна единице по определению. Умножив все компоненты этого вектора на величину скорости света c , представим полученный вектор в виде:

$$\mathbf{u}^* = \{c/(1-v^2/c^2)^{1/2}, iv_x/(1-v^2/c^2)^{1/2}, iv_y/(1-v^2/c^2)^{1/2}, iv_z/(1-v^2/c^2)^{1/2}\}$$

Из выражения для компонент вектора \mathbf{u}^* легко найти, что $(\mathbf{u}^*)^2 = c^2$.

В рамках нашей евклидовой модели (система координат “нормаль-поверхность”) логично считать \mathbf{u}^* не полной 4-скоростью, а ее проекцией на ось абсолютного времени. Тогда полная скорость \mathbf{u} представляется вектором

$$\mathbf{u} = \{c, v_x/(1-v^2/c^2)^{1/2}, v_y/(1-v^2/c^2)^{1/2}, v_z/(1-v^2/c^2)^{1/2}\},$$

а ее модуль будет равен величине $c/(1-v^2/c^2)^{1/2}$. Основанием для использования подобного вектора в ТШРВ может служить рис. 3.3. Действительно, если на этом рисунке положить $t_0=1$, то вертикальный и горизонтальный катеты этого треугольника будут равны соответственно c и $v/(1-v^2/c^2)^{1/2}$, а гипотенуза - $c/(1-v^2/c^2)^{1/2}$. Легко проверить, что синус угла φ отклонения от нормали будет при этом равен v/c . Таким образом, эти величины возникают в нашей модели весьма естественным образом.

Далее, в СТО (система координат “время-перемещение”) с помощью компонент вектора \mathbf{u}^* строится 4-мерный псевдовектор энергии-импульса

$$\{T^*\} = \{E_{полн}/c, iP_x, iP_y, iP_z\},$$

длина которого всегда равна mc , а пространственные компоненты выражаются через соответствующие компоненты вектора скорости:

$$P_x = mv_x / (1 - v^2/c^2)^{1/2}, \quad P_y = m v_y / (1 - v^2/c^2)^{1/2}, \quad P_z = m v_z / (1 - v^2/c^2)^{1/2}$$

Соответственно, в нашей модели (система координат “нормаль-поверхность”) логично рассматривать чисто эвклидовый 4-вектор энергии-импульса T , представленный в виде:

$$\{ T \} = \{ mc, P_x, P_y, P_z \},$$

длина которого равна $E_{\text{полн}} / c$. Таким образом, переходя от пространства Минковского к рассматриваемому нами 4-мерному эвклидовому пространству, мы можем вывести тривиальное заключение, что полная механическая энергия $E_{\text{полн}}$ оказывается естественной мерой длины обычного вектора, поскольку

$$E_{\text{полн}}^2 = (mc^2)^2 + (Pc)^2,$$

а энергия покоя mc^2 есть проекция этого вектора на ось абсолютного времени, т.е. нормаль к 3-мерной изохроне. Следовательно, полная энергия механического движения в новой физической концепции определяется как углом отклонения мировой линии от нормали к сечению Вселенной (скоростью частицы), так и отношением радиуса 4-мерного шара к длине волны де Бройля (массой покоя частицы). Пока угол отклонения от нормали, т.е. скорость частицы, остается без изменения, мы можем говорить о равномерном, строго инерциальном движении, поскольку энергия покоя остается неизменной.

Разумеется, при этом сохраняются все известные результаты СТО, в частности, в первом приближении механическая энергия оказывается простой суммой энергии покоя и классической кинетической энергией. Как и должно быть, для движущейся частицы эта полная энергия механического движения всегда больше энергии покоя и равна:

$$E_{\text{полн}} = m \cdot c^2 / (1 - v^2/c^2)^{1/2} \cong m \cdot c^2 + 1/2 m \cdot v^2$$

В специальной теории относительности состояние частицы при **инерциальном** движении полностью характеризуется именно вышеописанным псевдовектором энергии-импульса, который **сохраняется** при переходе к другой инерциальной системе, т.е. при параллельном сдвиге или повороте координатных осей. Инвариантность при сдвиге вдоль оси времени отвечает сохранению энергии, при сдвиге вдоль пространственных осей – сохранению импульса (однородность времени и пространства). Инвариантность при вращении в чисто пространственной плоскости отвечает сохранению момента импульса (изотропность пространства). Что же касается вращения в “смешанной” плоскости, образованной осью времени и одной из пространственных осей, то оно отвечает соответствующему преобразованию Лоренца – это очевидное следствие соединения в общий четырехмерный континуум трехмерного пространства с независимым в прежней теории одномерным временным континуумом. Изотропность поворота в смешанной плоскости ограничена, поскольку движение вспять во времени невозможно.

Предложенная мной теория в первом приближении (когда абсолютная скорость движения, т.е. угол отклонения от нормали к изохроне, имеет малую величину) приводит к тем же соотношениям, что и СТО. Однако при больших

значениях абсолютной скорости преобразования Лоренца, как отмечалось выше, оказываются неадекватными действительности.

3.8. Переход к ускоренным системам

Принципиальным вопросом любой теоретической модели, описывающей механическое движение частиц во Вселенной, является обобщение равномерного (инерциального) движения на неравномерное (неинерциальное). Эйнштейн предложил решить эту задачу путем перехода к ковариантной записи уравнений движения в неевклидовой системе координат, т.е. возложил ответственность за неравномерность движения на отклонения метрики от евклидовой, вызванные действием силовых полей. Такой подход соответствует принятой им руководящей математической идее об инвариантности законов движения в различных системах координат, а реальная эффективность этого подхода оказалась исключительно высокой.

Вместе с тем, если признать справедливость принципа относительности лишь приближенной, такой путь уже нельзя считать логически правильным. Необходимо основывать общий вид уравнений динамики на общих свойствах рассматриваемого 4-континуума (система координат “нормаль-поверхность”). Подобно тому, как в случае инерциального движения мы говорили о законах *сохранения* для вектора состояния при сдвигах и поворотах системы координат, переход к неинерциальному движению предписывает нам каждый такой закон заменить соответствующим законом *изменения* вектора состояния, т.е. выписать дифференциальные уравнения движения, связывающие пространственные и временную координаты с изменяющимися величинами энергии и импульса. Иными словами, руководящим принципом становится

представление нового значения вектора в виде суммы старого значения и приращения (тривиальность этого представления лишь кажущаяся; хорошим примером его реального использования является, например, вывод формулы для центростремительного ускорения в классической механике).

В классической механике закон движения для ускоренного движения может быть получен путем дифференцирования по времени выражения для импульса:

$$dP/dt = m dv /dt$$

В СТО это соотношение заменяется релятивистским аналогом:

$$dP/dt = d/dt \{ m v / (1 - v^2/c^2)^{1/2} \},$$

где P и v являются векторными величинами. В общем случае для компонент этих векторов справедливы соотношения:

$$\begin{aligned} dP_x/dt &= mv_x / (1 - v^2/c^2)^{-3/2} [1 - (v_y^2 + v_z^2)/c^2] dv_x/dt, \\ dP_y/dt &= mv_y / (1 - v^2/c^2)^{-3/2} [1 - (v_x^2 + v_z^2)/c^2] dv_y/dt, \\ dP_z/dt &= mv_z / (1 - v^2/c^2)^{-3/2} [1 - (v_x^2 + v_y^2)/c^2] dv_z/dt. \end{aligned}$$

В частном случае, когда скорость частицы изменяется только по величине, т.е. совпадает по направлению (например, по оси x) с силой, выражение в квадратных скобках становится равным единице, поэтому получаем:

$$dP/dt = mv / (1 - v^2/c^2)^{-3/2} dv /dt$$

В другом частном случае, когда скорость меняется только по направлению ($v^2 = \text{const}$), т.е. перпендикулярна силе, очевидно имеем

$$dP/dt = mv / (1 - v^2/c^2)^{-1/2} dv/dt$$

Таким образом, 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 $v_{абс}$ 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 (см. следующий раздел), то при одной и той же по (модулю) силе можно рассчитывать на относительное различие продольного и поперечного ускорения порядка $2,25 \times 10^{-6}$.

3.9. Локальные поля тяготения частиц

Как же должны мы мыслить себе гравитационные поля частиц (звезд, планет и пр.), заполняющих Вселенную, в рамках вновь предложенной концепции? Представим себе сначала все частицы неподвижными, дрейфующими в процессе расширения Вселенной строго вдоль радиальных мировых линий. Если в такой Вселенной существует феномен взаимного притяжения между двумя частицами, то для наблюдателя это будет выглядеть как искривление мировых

линий, которые вместо радиального расхождения окажутся загнутыми в направлении одна к другой. По существу, вместо мировых линий мы можем говорить просто о силовых линиях поля тяготения, но тогда эта аналогия позволит нам отождествить изохронное сечение Вселенной с поверхностью равного потенциала, к которой эти силовые линии должны быть *нормальны*. Таким образом, мы приходим к представлению о том, что изохронное сечение Вселенной не является строго концентрической гиперсферой, а возмущено своего рода воронками (см. рис. 3.11), центрам которых отвечают гравитирующие частицы.

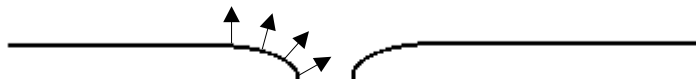


Рис. 3.11

Угол отклонения профиля воронки от невозмущенной гиперсферы в точности равен углу отклонения нормали от идеально радиального направления. Следовательно, мера интенсивности локального гравитационного поля в каждой его точке фактически совпадает с использованной нами мерой скорости частицы, что и оправдывает перенос понятия энергии, связанной с механическим движением, на область гравитационных явлений.

Что касается формы воронки, то необходимо отметить, что на ее периферии возмущение исходного профиля мало, так что угол отклонения нормали от строго радиального направления незначителен. По мере приближения к центру этот угол возрастает в соответствии с выражением для гравитационного потенциала. Это означает, что находящаяся на периферии гравитационной воронки пробная частица приобретает некоторую скорость движения, направленную к центру воронки. Но чем ближе она к центру воронки, тем больше угол отклонения мировой линии от невозмущенной

нормали и, следовательно, тем большую скорость движения она должна приобрести. Это и дает ответ на вопрос, почему движение в гравитационном поле оказывается эквивалентным ускоренному движению.

Какова же причина искажения пространственного профиля Вселенной локальными полями тяготения? Я думаю, ответ на этот вопрос заключается в тесной связи происхождения массы покоя частицы с волной де Бройля. Подобно тому, как *глобальная* сферичность мира проявляет себя величиной средней плотности материи во Вселенной, волновой параметр конкретной частицы определяет *локальное* искривление пространства и тем самым порождает эффект ее индивидуального гравитационного поля.

Из этого утверждения следует, казалось бы, что гравитационный радиус частицы должен быть пропорционален длине волны де Бройля. В действительности, однако, *длина* волны де Бройля связана с кинетической энергией движения, а масса покоя – мера инерции и гравитации – определяется *периодом* колебаний этой волны. Тем самым масса частицы связывается, так сказать, с *глубиной* гравитационной воронки (проекция на ось абсолютного времени), а не с ее *шириной*, которая характеризует размер воронки в пространственном измерении.

Как мы видели, гравитационный радиус прямо пропорционален массе частицы. В то же время период волны де Бройля обратно пропорционален массе частицы:

$$\tau = h/mc^2$$

Отсюда следует независимость произведения этих двух параметров от массы источника тяготения:

$$\tau a_G = 2hG/c^4$$

Наконец, попробуем уяснить себе геометрический смысл гравитационного радиуса. Как я уже писал, при переходе от периферии гравитационной воронки к ее центру угол отклонения нормали от радиального (по отношению к сферической Вселенной в целом) все более возрастает. Представляется, что гравитационный радиус, отвечающий **внутренней** границе области локализации гравитационной энергии частицы, соответствует предельно возможному углу отклонения в 90 градусов, что в нашей модели действительно отвечает скорости света! Таким образом, напряженность гравитационного поля достигает бесконечности не в центре тяжести тела, а на конечном, хотя обычно и очень малом, расстоянии от него, так что точки, отстоящие от центра источника на расстоянии гравитационного радиуса, являются **точками перегиба** для внешнего профиля Вселенной.

4. О РЕАЛЬНОМ СУЩЕСТВОВАНИИ ВЫДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА

4.1. О замечательном экспериментальном доказательстве существования выделенной системы отсчета

Заявления о существовании выделенной системы отсчета в рамках представлений современной физики могут показаться поистине святотатственными. Однако, как это ни покажется удивительно, они имеют под собой некоторое экспериментальное основание. Как известно, еще в 1964 г. два радиоастронома из “Белл Телефон”, Арно А. Пензиас и Роберт В. Вилсон, обнаружили на волне длиной 7,35 см микроволновое излучение, которое затем было идентифицировано в качестве фонового излучения Вселенной, обязанного процессам ее ранней эволюции. При этом на первых порах считалось, что это излучение строго изотропно.

Однако, как отметил выдающийся советский астрофизик академик Я.Б.Зельдович в редакционном комментарии в [5], дальнейшие тщательные измерения, проведенные с помощью аппаратуры, установленной на высотном самолете (для уменьшения излучения атмосферы, попадающего в прибор), 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 ± 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 ... Наличие в каждой точке выделенной системы координат напоминает взгляды физиков до создания теории относительности, когда предполагалось, что свет - это колебания особого вещества - эфира, заполняющего всю Вселенную. Предполагалось далее, что система координат, связанная с эфиром, является преимущественной, выделенной, и ставились опыты по обнаружению движения Земли относительно эфира. Мы знаем, что эти опыты (Майкельсона и других) дали отрицательный результат - светоносный эфир не существует. Однако эволюция Вселенной приводит к тому, что в наблюдениях космического микроволнового излучения (но только в этих астрономических наблюдениях!) выделенная система появляется, и ее иногда называют "новый эфир" ... в расширяющейся Вселенной новый эфир в одном месте движется относительно нового эфира в другом месте. Именно новый эфир или, другими словами, микроволновое излучение с наибольшей точностью осуществляет движение по закону Хаббла."

Запущенный 18 августа 1989 года спутник COBE (Cosmic Background Explorer), разработанный Центром космических полетов Годдарда Национального Аэрокосмического Агенства (NASA)¹, позволил подтвердить

¹ Приведенная здесь информация подготовлена Центром космических полетов Годдарда, NASA, США (Goddard Space Flight Center) под руководством COBE Science Working Group и была предоставлена NSSDC.

и уточнить вышеописанные результаты. Спектр космического микроволнового фонового излучения был измерен с точностью 0.005%; было обнаружено, что этот фон имеет значимую анизотропию на относительном уровне порядка 10^{-5} и что спектр излучения с точностью 0.03% соответствует теоретической зависимости для черного тела в условиях теплового равновесия при температуре 2.726 К. Характер выявленной анизотропии был детально исследован благодаря измерениям, выполнявшимся в течение 4-х лет.

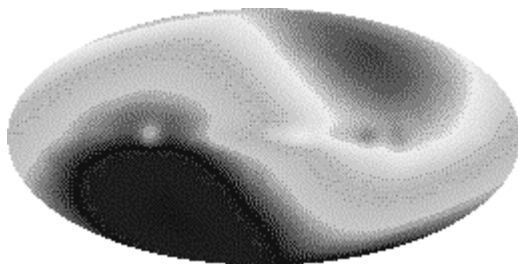


Рис. 4.1.

На рис. 4.1 показана черно-белая версия карты 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 оригинала от красного до синего соответствует температурному диапазону от 2.724 К до 2.732 К.

Слоистая структура карты соответствует анизотропии дипольного вида (напоминающая диаграмму “инь-янь”), что является проявлением эффекта, связанного с движением Солнца относительно среды, в

которой распространяется микроволновое фоновое излучение.

Помимо инфракрасной компоненты, было также исследовано космическое фоновое излучение в гораздо более широком спектре. Начиная с 1990 г. с помощью спутников ROSAT, ASCA и Верро-АХ изучается область рентгеновского и гамма-излучения. Как отмечено в [27], “наблюдаемая в рентгеновских лучах дипольная анизотропия в пределах погрешностей измерений соответствует дипольной анизотропии фонового ЗК-излучения, что подтверждает ее интерпретацию как эффекта Доплера, обусловленного гравитацией”.

В августе 2000 г. мне в руки попала составленная В.А.Ацюковским антология [21] оригинальных работ выдающихся ученых, стоявших у истоков современных измерений скорости света (начиная с первой из статей А.Майкельсона). Как выясняется, помимо отрицательного результата в части выявления влияния движения Земли относительно Солнца, эти опыты в то же время дают некоторые основания говорить о наличии определенного движения Солнечной системы по отношению к Космосу в целом, т.е. опять-таки о выделенной системе отсчета во Вселенной.

4.2. Обсуждение эффектов, связанных с существованием выделенной системы отсчета

Одно из возможных объяснений анизотропии реликтового излучения, приведенное в [10], сводится к гипотезе об анизотропии структуры ранней Вселенной, причем различным версиям и параметрам гипотезы отвечает, в частности, различное угловое распределение температуры этого излучения. Так или иначе, анизотропия космического излучения обуславливается при этом факторами, связанными

именно с происхождением излучения, а не с локальной анизотропией в области (и в момент) приема излучения. Следовательно, подобная анизотропия не должна проявляться, если речь пойдет о приеме искусственного излучения, генерируемого обычным излучателем на Земле.

Между тем, согласно предложенной в настоящей работе концепции, в каждой точке Вселенной **должно существовать свое уникальное пространственное направление и уникальное значение скорости движения в этом пространственном направлении, определяющее выделенную систему отсчета** (фактически это есть 4-мерная “стрела времени”). Этот результат был получен мною **до того**, как я узнал о вышеописанном экспериментальном открытии. Поэтому возник вопрос о дальнейшем экспериментальном подтверждении (или опровержении) новой теории, идея которого и рассматривается далее. Можно надеяться, что осуществление и результаты новых экспериментов представят самостоятельный интерес для физики безотносительно к мотивам их проведения и выдвинутым гипотезам. Например, в случае опровержения выдвинутой мной гипотезы станет ясно, что источником анизотропии действительно является природа реликтового излучения.

Мое объяснение вышеописанного явления анизотропии таково. Любое ускоренное (в том числе вращательное и колебательное) движение в общем случае выделяет абсолютную систему отсчета. Поскольку любое электромагнитное излучение генерируется колеблющимися электрическими зарядами, то тем самым оно принципиально позволяет наблюдателю выделить абсолютную систему отсчета.

Если наблюдатель абсолютно неподвижен (“дрейфует” вдоль нормали к изохронной Вселенной), то относительно него излучение будет идеально изотропным. Если же мировая

линия наблюдателя образует ненулевой (хотя и постоянный) угол с осью абсолютного времени, то такой движущийся наблюдатель (и именно с помощью эффекта Доплера) сможет определить абсолютную скорость своего движения, детектируя анизотропию этого излучения, которая обусловлена направлением и скоростью движения измерительного устройства относительно выделенной системы отсчета. Количественно эта анизотропия будет определяться отношением скорости движения к скорости света (v/c) и углом α относительно выделенного направления движения.

Как известно, специальная теория относительности дает [17] в этом случае формулу:

$$f/f_0 = [(1-v^2/c^2)^{1/2}] / [1-(v/c)\cos\alpha],$$

причем при малых углах и в нерелятивистском приближении

$$f/f_0 = 1 + (v/c)\cos\alpha$$

Основываясь на современных данных по анизотропии космического радиоизлучения, мы можем заключить, что $v/c=0.0015$. Если бы это численное значение и указанная зависимость от угла подтвердились в новых экспериментах, **не связанных** с приходящим из космоса электромагнитным излучением, мы могли бы сделать вполне определенные выводы об универсальном характере пространственно-временной анизотропии.

Будем исходить из того, что любое (электромагнитное) излучение является идеально изотропным для неподвижного относительно источника наблюдателя лишь в выделенной системе отсчета, которая в каждой точке Вселенной уникальна. Тогда в любой другой системе отсчета возникнет анизотропия, проявляющаяся благодаря эффекту Доплера,

который обусловлен направлением и скоростью движения измерительного устройства относительно выделенной системы отсчета.

Одним из потенциально возможных способов проверки указанного эффекта является наблюдение излучения Солнца в различные моменты движения Земли по околосолнечной орбите. Условная схема расположения Земли относительно Солнца и созвездия Льва показана на рисунке 4.2.

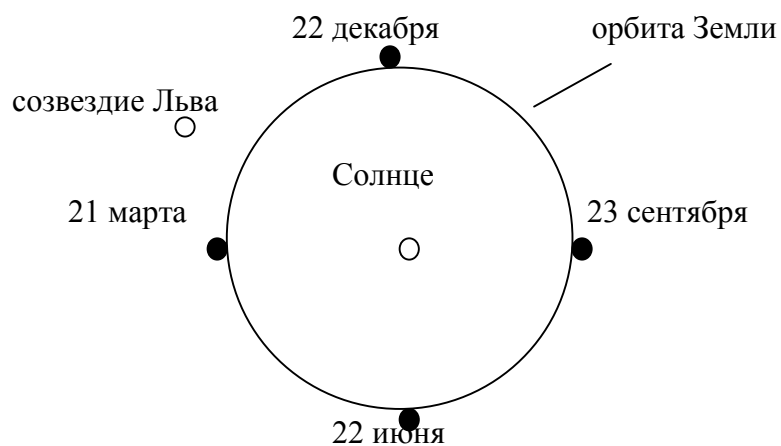


Рис. 4.2.

Напомним, что местоположение созвездия Льва на небосводе характеризуется приблизительно следующими координатами: склонение (угол наклона к плоскости небесного экватора) $\delta = 12^\circ$, прямое восхождение (угловое положение вдоль небесного экватора, отсчитанное от точки весеннего равноденствия по ходу движения Земли) $\alpha = 170^\circ$.

Из приведенного рисунка очевидно, что предполагаемая анизотропия солнечного излучения, наблюдаемого с Земли, должна проявляться в максимальной

степени в августе, когда и излучение Солнца, и фоновое излучение приходят на Землю со стороны созвездия Льва. 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 не должна наблюдаться практически совсем.

Возможно, указанная анизотропия может быть обнаружена и при помощи наблюдения отраженного излучения Луны. Положение естественного спутника нашей планеты относительно Земли меняется всего лишь за 27 суток, поэтому результат мог бы быть установлен значительно быстрее.

Наконец, возможно проведение эксперимента с искусственным источником излучения и неподвижным относительно него приемником в земной лаборатории. При этом следует иметь в виду, что вследствие суточного вращения Земли проекция направления на созвездие Льва в общем случае вращается относительно системы координатных осей, жестко связанной с точкой земной поверхности. Поэтому величина мгновенной скорости вдоль каждой из координатных осей по отношению к “выделенной” системе отсчета (движущейся к созвездию Льва) будет изменяться практически по синусоидальному закону с периодом в 24 часа. Расчеты показывают, что амплитуда компоненты скорости, направленной вдоль земного меридиана, достигает максимума (около 400 км/с) у полюсов и минимальна у земного экватора. Наоборот, амплитуда компоненты скорости, направленной в зенит, достигает максимума (около 400 км/с) у земного экватора и минимальна у полюсов. Амплитуда же компоненты скорости,

направленной перпендикулярно меридиану, практически неизменна и также составляет около 400 км/с.

Я также думаю, что в принципе возможны и чисто механические эксперименты, дающие, например, в соответствующем направлении малое отклонение оси гироскопа от традиционно ожидаемого, однако пока такие эффекты не рассчитывались (возможно, таким образом могут быть объяснены эксперименты Козырева). Аналогичным образом, эксперименты типа маятника Фуко (если бы вектор абсолютной скорости удачно оказался направленным так, чтобы в максимальной степени складываться и вычитаться с вектором скорости движения маятника) могли бы привести к определенному отклонению вращения плоскости колебаний от той, что определена исключительно вращением Земли.

Имеет смысл подчеркнуть, что в отличие от парадигмы “старого эфира”, выделенная система отсчета “нового эфира” связана не только с *определенным направлением* во Вселенной, которое выделялось бы в ходе экспериментов подобно тому, как стрелка компаса указывает на север. Эта выделенная система связана еще и с *определенной 3-мерной скоростью* движения в этом направлении. В совокупности же таким образом выделяется 4-мерный вектор нормали к сферической гиперповерхности шара - Вселенной.

4.3. О законах излучения

Вернемся, однако, к фоновому излучению. Современная физика без колебаний приписывает его происхождение процессам в ранней Вселенной, т.е. полагает, что это излучение приходит из глубины времен. Считается, что мы наблюдаем “постаревшее” фоновое излучение ранней Вселенной (спустя лишь три тысячи лет после Большого Взрыва), когда существовали свободные электроны, способные легко рассеивать космическое фоновое излучение.

Хотя подобные представления о распространении света вдоль светового конуса из прошлого в будущего в достаточной степени согласуются с традиционной трактовкой электродинамики, они вступают в противоречие с идеями излагаемой здесь теории. Согласно ей свет, как и любое излучение, распространяющееся со световой скоростью, может приходить лишь от объектов, расположенных в том же изохронном сечении Вселенной, что и приемник излучения, т.е. современных ему в абсолютном времяисчислении (см. выше анализ, относящийся к областям прошлого, настоящего и будущего).

Более того, к заключениям классической электродинамики о причинно-следственных связях в отношении сигнала, распространяющегося со скоростью света, т.е. *не внутри* светового конуса, следует отнестись с большой осторожностью. Одним из аргументов в пользу этого является знаменитая версия теории электромагнитного излучения, предложенная в знаменитых работах Дж.Уилера и Р.Фейнмана [19,20]. В этой теории чисто запаздывающий во времени характер излучения произвольного источника выступает всего лишь как следствие универсального и *мгновенного* взаимодействия множества зарядов Вселенной. Как мне кажется, такое понимание процессов излучения, формально приводящее к классическому результату, по сути своей близко к новым представлениям, излагаемым в настоящей работе.

Правда, может показаться, что эти новые представления приводят к парадоксу. Если и прямые, и обратные электромагнитные колебания распространяются *вдоль* изохроны, т.е. мгновенно, то между посылкой исходного сигнала (например, на Луну или на Марс) и приемом отраженного сигнала не было бы никакой паузы. Между тем из опыта достоверно известно, что это не так, и что пауза между этими событиями в точности равна двойному

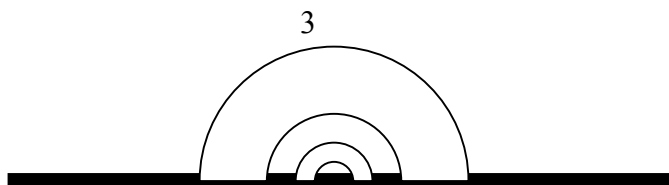
промежутку времени, необходимому для распространения света на соответствующее расстояние. Заметим, что и авторы работ [19,20] были вынуждены анализировать некоторые противоречащие опыту временные парадоксы, что заставило их сформулировать определенные ограничения, которые должны иметь место в физической реальности.

Предпринятый мной анализ перечисленных парадоксов показал, что все они могут быть устранены, если уточнить определенным образом представления о природе вышеуказанного мгновенного взаимодействия. Дело в том, что сам процесс колебаний представляет собой нелокальный в 4-мерном континууме волновой процесс.

Это значит, что вдоль изохронной Вселенной имеется волнообразное распределение интенсивности излучения от колеблющегося заряда с чередованием максимумов и минимумов, т.е. вдоль пространственных осей волна присутствует *одновременно в каждой точке* Вселенной. Ее интенсивность, претерпевая пространственные колебания, вместе с тем убывает обратно пропорционально расстоянию от источника по закону $A(r) = A(0) \exp(2\pi i r/\lambda)/r$, где λ – длина электромагнитной волны. С другой стороны, величина $A(0)$ не является постоянной во времени, а колеблется по гармоническому закону $A(0,t) = A(0,0) \exp(-2\pi i ct/\lambda)$. Каждой изохроне отвечает свой момент времени, поэтому результирующая интенсивность в 4-точке $\{r, t\}$ равна

$$A(r, t) = A(0,0) \exp[2\pi i (x - ct)/\lambda]/r$$

т.е. описывается в точности так же, как и в традиционной теории.

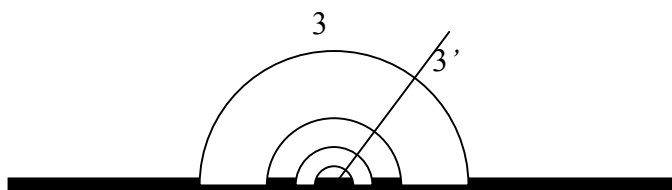


1 2

Рис. 4.3

На рис. 4.3 схематически показано, что фаза в точке 2 совпадет (для неподвижного детектора) с фазой, **присутствовавшей ранее** в точке 1, только тогда, когда сама эта точка уже окажется в точке 3. Интересно отметить сходство в нашем объяснении законов и движения частиц с моделью распространения колебаний за счет расширения Вселенной, т.е. перехода от одной изохронне к другой, и т.д.

Таким образом, **в нашей модели, в отличие от теории относительности и теории Фейнмана-Уилера, фазовый сдвиг, равный по величине x/c , связан не столько с течением времени, сколько с существованием своего рода «стоячей волны» в изохронной Вселенной.** Следовательно, и запаздывающее влияние исходного заряда на частицы поглотителя, и опережающее обратное влияние поглотителя на исходный заряд, хотя и имеют противоположные знаки фазового смещения, но обусловлены исключительно их взаимным **пространственным** расположением. Что же касается времени, то оба влияния «эволюционируют» во времени только в направлении от абсолютного прошлого к абсолютному будущему, причем эта эволюция для каждой гармонике колебания легко объясняется указанной симметрией распределения фаз и, главное, вызвана универсальным процессом расширения Вселенной.



1 2

Рис. 4.4.

Данная интерпретация, кстати, позволяет понять эффект анизотропии принимаемого излучения, когда детектор движется с некоторой абсолютной скоростью, отличной от нуля (см. рисунок 4.4). В этом случае фазовый сдвиг, отвечающий точке 2, будет соответствовать уже не точке 3, а точке 3', что и проявится в виде эффекта Доплера.

Важно добавить к этому, что распространение электромагнитного сигнала, обусловленного колебанием зарядов, не может рассматриваться как отвечающее равномерному движению какого-либо материального тела. Действительно, в нашей теории последнее гипотетически могло бы, двигаясь со скоростью света, практически мгновенно достичь сколь угодно отдаленного объекта и вернуться обратно. В то же время передача **электромагнитного сигнала** осуществляется за конечное время, причем скорость передачи определена **неоднозначно**. С одной стороны, в аргументе экспоненты фигурирует множитель $(x - ct)$, что дает основание считать эту скорость равной c . Именно эту скорость вычислит неподвижный наблюдатель, разделив полное расстояние на время прохождения светового сигнала. С другой стороны, угол наклона "мировой линии" светового сигнала в системе координат "нормаль-поверхность" будет равен 45° , поэтому "абсолютная" скорость (определяемая через синус указанного угла) будет в $\sqrt{2}$ меньше, чем c .

Что же представляет собой фоновое излучение с нашей точки зрения? Как было отмечено, спектр этого излучения полностью отвечает теоретическому распределению для абсолютно черного тела. Но так и должно быть для **теплового** излучения, испускаемого всей составляющей ее

материей и глобальным потоком пронизывающего Вселенную, т.к. в ней отсутствуют какие бы то ни было “перегородки”, отражающие такое излучение. Что же касается численного значения температуры фонового излучения, то оно несет важную информацию, связанную с глобальными параметрами Мира. Действительно, согласно закону Стефана-Больцмана удельная энергия ε излучения в единице объема (в Джоулях) пропорциональна четвертой степени температуры Θ черного тела (в Кельвинах):

$$\varepsilon \approx 8.8 \cdot 10^{-16} \cdot \Theta^4$$

Эта энергия должна составлять определенную долю по отношению к удельной энергии покоя, обусловленной средней плотностью материи во Вселенной, значение которой выводится в нашей модели из модифицированных уравнений Эйнштейна Фридмана:

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

Если бы вся соответствующая энергия покоя ρc^2 преобразовывалась в энергию теплового излучения, то мы получили бы для средней плотности материи во Вселенной значение порядка $5.4 \cdot 10^{-34}$ г/см³, а для возраста Вселенной – значение порядка 3 триллионов лет. Повидимому, это не так; приняв на основе современных измерений постоянной Хаббла возраст Вселенной меньшим на 2 порядка, а плотность – на 4 порядка большей, можно заключить, что средняя энергия теплового излучения материи во Вселенной составляет от ее энергии покоя долю, приблизительно равную одной сотой процента, т.е. 10^{-4} .

5. НОВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ВРЕМЕНИ И КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА

5.1. Особенности квантовомеханического описания

Новые представления о времени, с моей точки зрения, позволяют удовлетворительным образом разрешить целый ряд методологических проблем, которые с момента своего рождения несла в себе квантовая механика. Драма ее центральных идей хорошо известна из дискуссии Бора и Эйнштейна и продолжается в обновленной форме и в наши дни. Сам Эйнштейн четко выделил два основных драматических момента квантовой теории: статистический характер ее предсказаний и парадокс нелокального (сверхсветового) взаимодействия квантовых объектов.

Вспомним, что нового внесла квантовая механика в понятийный аппарат физики. Прежде всего, это использование вероятностной волновой функции для описания состояния объектов и его эволюции во времени вместо использования прежних понятий точной координаты и точной траектории. Было показано, что такое вероятностное описание имеет принципиальный характер даже для индивидуальных объектов и не может быть сведено ни к описанию поведения группы объектов (что было бы вполне приемлемо с классической точки зрения), ни к погрешности реальных измерительных процедур, и т.п. Дело обстоит так, как будто бы Бог, по выражению Эйнштейна, "играет в кости".

Далее, в квантовой механике состояние объекта может быть отвечать строго определенной собственной функции и собственному значению или суперпозиции (комбинации) таких собственных состояний (часть более общей системы может также описываться матрицей плотности). Проблема

логически стройного определения характера перехода объекта и его волновой функции из общего состояния в "чистое" (редукция волнового пакета) поистине составляет проклятье и головную боль идеологов квантовой механики. При этом они молчаливо принимают, как очевидное обстоятельство, что такой переход происходит в некоторый строго определенный момент времени.

Представление об объектах, пребывающих некоторое время в суперпозиции возможных состояний, даже побудило Э. Шредингера придумать кошку, орудием убийства которой могла бы стать своего рода квантовая гильотина; до тех пор, пока такая гильотина находится в "суперпозиции" состояний с поднятым и опущенным ножом, проклятый вопрос состоит в том, что же в это время происходит с кошкой. Более того, данная проблема породила среди значительной части физиков уверенность в том, что любая редукция волновой функции обусловлена вмешательством наблюдателя, откуда неизбежно следует вопрос: а кто наблюдал Вселенную до появления первых наблюдателей? Я не вдаюсь в дальнейший обзор проблемы, которая действительно имеет важнейшее значение и обсуждается в огромном количестве публикаций.

5.2. Парадокс ЭПР и теорема Белла

Знаменитый парадокс сверхсветового взаимодействия, опубликованный в 1935 году и получивший название парадокса Эйнштейна-Подольского-Розена (ЭПР), состоит в следующем [12]. Пусть мы имеем квантовомеханическую систему из двух частиц, которые с течением времени разлетаются на очень большое расстояние. Согласно квантовой механике, в начальный момент между ними существует определенная связь (например, величина полного спина для электронов или вектор поляризации для когерентных фотонов); при разлете состояние частиц могло

бы измениться лишь в результате нового взаимодействия, а значит, эта связь до определенного момента времени сохраняется.

С точки зрения классической механики никакого парадокса нет, каждая частица существует независимо сама по себе в определенном состоянии, унаследованном из своей предыстории. Но в квантовой механике состояние всей системы есть суперпозиция всех возможных "частных" состояний вплоть до момента измерения. Если мы теперь измерим состояние одной из частиц, то "редуцируем" волновую функцию *всей* системы (и именно в момент и фактом измерения), выясним состояние этой частицы и одновременно зафиксируем состояние другой (уже сколь угодно далекой) частицы. Таким образом, представление о коллективной волновой функции и законах сохранения квантового состояния приводят к выводу о нелокальности, или мгновенном взаимодействии на расстоянии. Примечательно, что не известны какие-либо ограничения на величину расстояния при таком взаимодействии.

Отталкиваясь от этой схемы, можно было бы попытаться передавать информацию со сверхсветовой скоростью. В самом деле, организовав целую последовательность таких разлетающихся частиц (например, посередине между источником и приемником информации), можно, казалось бы, "модулировать" во времени процедуру измерения состояния первой частицы "здесь", влияя предсказуемым образом на результат измерения состояния второй частицы "там" (идею такого эксперимента сообщил автору А.В.Московский).

Эту псевдодетерминистическую ситуацию с одиночной парой частиц Дж. Белл в своей знаменитой теореме о нелокальности описал [13] в более строгой форме, оперирующей со статистическими по существу предсказаниями квантовой механики. Он показал, что

некоторые такие предсказания несовместимы с условием статистической независимости результатов измерений над удалившимися в результате разлета на произвольное расстояние частицами (это условие сводится к простому перемножению вероятностей). Для проверки теоремы Белла были проведены эксперименты, доказавшие соответствие правил вычисления вероятностей требованиям квантовой механики, а не условию локальности теории, т.е. статистической независимости измерений.

Теоретический анализ Эйнштейна лег в основу дальнейшего развития событий. В последние десятилетия, годы и даже месяцы бурно развиваются теоретические и экспериментальные исследования, связанные с так называемой "телепортацией" квантово коррелированных объектов. В мысленных и реальных экспериментах квантовое состояние объекта переносится бесконечно быстро, но, как это было показано, определяется (измеряется) за конечное время, отвечающее досветовой скорости распространения сигнала.

5.3. Новые представления о времени и нелокальность

Все вышеперечисленные проблемы глубоко связаны между собой и не могут быть решены по отдельности. Почему квантовая теория дает вероятностные предсказания? Каким образом происходит редукция волновой функции при измерении? Связан ли исход физических событий с наличием наблюдателя? Каков физический смысл связи между комплексно-сопряженными волновыми функциями и обращением времени? На все эти и подобные вопросы я теперь попытаюсь дать ответ, исходя из защищаемого мной полного равноправия между четырьмя чисто пространственными измерениями исходного континуума, 3-

мерным сечением (изохроной) которого является наша Вселенная.

Пространственному перемещению частицы обычно ставят в соответствие отрезок траектории, соединяющей начальную и конечную точки. Уже на этой стадии анализа следовало бы оперировать более точной картиной, заменив одномерную линию протяженной пространственной областью, обусловленной волновой природой частицы и погрешностью определения ее траектории.

Следующий логический шаг состоит в том, чтобы вспомнить о 4-мерности Вселенной. В действительности мы должны рассматривать как мировые линии частиц, так и мировые области волновых процессов в их **4-мерной протяженности**, тогда как их проекции на пространственные и временную компоненты зависят лишь от выбора физической системы отсчета. Хотя этот тезис имеет весьма общий характер, однако именно в применении к проблеме нелокальности он приобретает весьма нетривиальное значение. Учет 4-мерного характера реального Мира лишает физического смысла описание чисто пространственной нелокальности. Следовательно, **для нелокальных процессов** нельзя говорить о состоянии не только в **определенной точке** 3-мерного пространства, но и в **определенный момент** времени.

Пространственная нелокальность не является для физики чем-то особенным, необычным. Она является, в частности, традиционным атрибутом большого класса волновых задач. Однако для нелокальности во времени места в физике до сих пор не было, введение в научный оборот представления о **временной нелокальности**, я думаю, является важным новшеством.

При обсуждении проблемы редукции волновой функции квантового объекта в связи с измерением его состояния молчаливо предполагается сепарабельность и

актуальная необратимость времени, т.е. априорная отделимость одного мгновения от другого в том смысле, что состояние объекта объективно определено в каждое такое мгновение и что в каждое последующее мгновение предшествующее состояние уже никоим образом не может быть изменено. При этом модель времени, используемая в физике, аналогична модели времени в *русском* языке, для которого настоящее является мгновением, точкой на оси времени. Духу теории относительности, бесспорно, отвечает именно такое представление о времени.

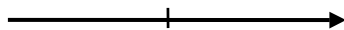


Рис. 5.1. Мгновенное настоящее

Между тем в *английском* языке используется иная семантическая модель времени, в котором настоящее рассматривается протяженным, т.е. представляет собой на оси времени не точку, а интервал. (Ср. "Я *посетил* музей вчера/сегодня" с "I visited a museum yesterday / I *have* visited a museum today"). Конструкция "*I visited*" показывает, что действие закончено *до начала* протяженного настоящего, которое в данном случае отождествляется с сегодняшним днем (а не с текущим мгновением, как в русском языке).



Рис. 5.2. Протяженное настоящее

Именно такая модель времени, как мне кажется, должна применяться в квантовой теории. В соответствии с этим представление о редукции волновой функции из смешанного состояния в чистое *в определенный момент времени* является неправомерным. Состояния в

промежуточной (временной) области определены сразу и начальными, и финальными условиями, а если выражаться еще точнее, то состояние внутри всей 4-мерной области должно определяться условиями на ее гиперповерхности.

Так, “распространению” кванта электромагнитного поля отвечает, как указывалось выше, наличие “стоячей” волны вдоль изохроны, одновременно присутствующей в каждой точке пространственной области между источником и приемником излучения. По оси времени эта область также имеет ненулевую протяженность. Правильное понимание природы нелокальности акта излучения/поглощения фотона сводится к тому, что область нелокальности ограничена двумя (или более) 4-мерными событиями, а не двумя 3-мерными точками пространства (в соответствии с идеями Дж.Уилера и Р.Фейнмана, граничные условия определяются не только излучателем и поглотителем, но также и взаимодействием со всеми остальными объектами Вселенной). Поэтому в течение всего промежутка времени от излучения до поглощения фотона по отношению к нему *не имеет физического смысла говорить о предшествующих и последующих мгновениях.*

Заметим в скобках, что с классической точки зрения сигнал излучается в различных направлениях *независимо* от его будущей регистрации в том или ином месте через соответствующие промежутки времени, отвечающие длительности его распространения до этого места. Более того, классическая точка зрения вообще не связывает процесс излучения с возможной в будущем его регистрацией, формально граничные условия на бесконечности и финальные условия для бесконечно далекого будущего принимаются нулевыми (решение с “запаздывающими” потенциалами).

С новой точки зрения “макроскопический” процесс излучения представляет собой совокупность некоторого

числа нелокальных в пространстве и времени областей, связывающих один и тот же источник с множеством различных приемников. Для них краевые и финальные условия отличны от нулевых (симметричные решения с “запаздывающими” и “опережающими” потенциалами), и лишь в результате усреднения по всем таким квантам “опережающие” решения взаимно компенсируются. Представление о традиционном источнике сигнала возникает лишь на *макроскопическом* уровне благодаря совпадению начальных (но различию финальных) условий для большого числа *микрпроцессов*.

Эту картину можно уподобить одновременной высадке из прибывшего поезда большого числа людей. Для случайного наблюдателя эти люди хаотически расходятся во всех возможных направлениях, тогда как как каждый из них, следуя собственным маршрутом, движется к намеченной цели, которую и достигает, преодолевая определенное расстояние за определенное время. Не менее интересна обратная ситуация с посадкой на отправляющийся поезд. Здесь очень наглядно проявляется различие между процессами на микроуровне и макроуровне.

Точно так же и для частицы с досветовой скоростью редукция волновой функции из смешанного состояния в чистое *не* происходит в какой-либо *момент* времени. Такая редукция представляет собой нелокальное (как во времени, так и в пространстве) явление, определяемое всей совокупностью своих краевых, начальных и финальных условий. В свете развиваемых здесь представлений о времени в расширяющейся Вселенной для двух квантово скоррелированных частиц, разлетающихся с досветовой скоростью, получим нечто похожее на нижеследующий треугольник (рис. 6.3), ограничивающий область нелокальности данного процесса между изохронными сечениями радиусов R и $R+dR$. При этом в каждом

изохронном сечении между частицами корреляция может обеспечиваться механизмом, подобным механизму излучения со световой скоростью распространения.

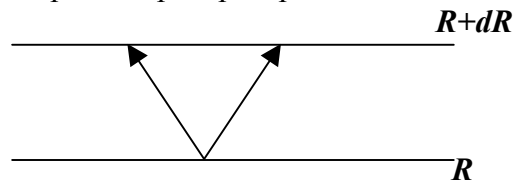


Рис. 5.3.

Поэтому картина дифракции электрона зависит от полной конфигурации опыта; поэтому не имеет смысла сама постановка вопроса о жизни и смерти кошки Шредингера в "промежуточные" моменты времени между срабатываниями "квантовой гильотины". Поэтому физикам не следует заботиться о наличии наблюдателя (быть может, самого Господа Бога), а также о правильном разграничении между "микроскопическими" и "макроскопическими" измерительными приборами, чтобы гарантировать коллапс волновой функции в момент измерения. Измерение (наблюдение) играет роль в точности в той мере, в которой оно само по себе задает финальное условие. Если именно оно способно фиксировать параметры волновой функции, то это и происходит; если же, например, параметры измерительного устройства несоизмеримы параметрам микропроцесса, либо оно (устройство) лишь усредняет зафиксированные иными обстоятельствами результаты многих микропроцессов, то можно пренебречь влиянием такого измерительного устройства/наблюдения. Сам процесс измерения представляет собой набор финальных условий, фиксирующих результат измерения.

Почему квантовая механика оперирует с вероятностями событий? Почему в простейших случаях она

предписывает вычислять вероятности в виде интегралов по всем возможным комбинациям финальных условий (исходов)? Ответ на этот вопрос, доставивший столько головной боли идеологам квантовой физики, с моей точки зрения тривиален. Случайность *не* присуща природе вещей как таковой, это просто наш *способ апостериорной оценки* доли определенных исходов по отношению к полной группе исходов. Называя исход *случайным*, мы утверждаем лишь то, что полная информация о нем определяется не ранее момента (конца интервала времени) его реализации. Если для цепочки локальных во времени событий мы теоретически можем предсказать исход последних из них или сузить круг возможных исходов, то для нелокальных явлений это по определению невозможно, и остается лишь использовать вероятностные оценки.

Таким образом, результаты квантовомеханических измерений не могут быть однозначно предсказаны потому и только лишь потому, что эти измерения связаны с *нелокальными во времени* процессами и требуют задания финальных условий ! В тех ситуациях, когда финальные условия не могут быть однозначно указаны, не может идти и речи об однозначном описании решения, т.е. об однозначном предсказании. Таким образом, случайные события (для которых можно сделать лишь вероятностные предсказания) *по определению* совпадают с такими, которые требуют для своего описания задания финальных условий, т.е. определяются в том числе и будущим, а не только прошлым!

Идея временной нелокальности позволяет также лучше понять природу обстоятельства, которое, как указывает И.Пригожин, дало основание еще А.Эддингтону [14] заметить, что квантовые вероятности получаются путем введения двух симметричных систем волн, распространяющихся в противоположных направлениях по времени. Точно так же в теории поля общее решение

волнового уравнения наряду с членами с "запаздывающими" потенциалами допускает слагаемые с "опережающими" потенциалами, и с точки зрения общепринятых представлений о времени это вызывает большие психологические трудности. Однако с точки зрения нового подхода результат именно таков, какого и следовало ожидать: две симметричные во времени системы волн позволяют учесть как начальные, так и финальные условия в нелокальной временной области; в случае стационарных состояний мнимые части функций просто компенсируют друг друга; билинейность формы соответствует тому, что начальные и финальные условия определяются для энергии, пропорциональной квадрату амплитуды волны.

Если вдуматься, то формулировка парадокса ЭПР отражает всего лишь предельный случай общей ситуации с квантовомеханическими объектами: волновая функция по определению представляет собой целостное описание для некоторой пространственно-временной области. Обычно при анализе ЭПР-взаимодействия рассматривают лишь его пространственный аспект, игнорируя ограничения во времени, а они принципиально существуют. Здесь скорее имеет место парадокс психологический: сама же теория относительности требует взаимосвязанного учета пространственных и временных компонент, связывающих 4-мерные события.

В частности, передавать сообщения со слишком большой (сверхсветовой) скоростью по вышеописанной схеме А.В.Московского невозможно потому, что *нельзя* "модулировать" во времени процедуру измерения состояния частицы *слишком большой* частотой, поскольку любая частица обладает волновыми свойствами и, соответственно, *де-Бройлева частота ее колебаний должна быть выше максимальной частоты модуляции*; в противном случае говорить о передаче информации не приходится. Пусть,

например, речь идет о парах когерентных фотонов, для которых поляризация измеряется с помощью фильтров. В этом случае период T модулирующей частоты *должен* превосходить время пролета фотоном расстояния L между источником и детектором, поэтому *должно быть* $T > L/c$, т.е. эффективная скорость передачи информации не может быть больше величины c . Иными словами, разлетающиеся когерентные фотоны в течение всего промежутка времени (*в произвольной системе отсчета*) от момента излучения до момента детектирования представляют собой нелокальный не только в пространстве, но и во времени ансамбль. Любое промежуточное измерение (или новый акт излучения, влияющий на результаты измерения) этот ансамбль разрушило бы, породив новые частичные ансамбли, не составляющие первоначального. Таким образом, квантовая механика сама содержит в себе ограничения (механизм корреляции во времени), которые устраняют возможный, казалось бы, парадокс сверхсветового взаимодействия в пространстве.

Можно предположить, что указанием на механизм временной корреляции является и эффект “расплывания” волнового пакета (см., например, [18]). Исходным образом (волновым пакетом) для Блохинцева служит график волновой функции ϕ , отличной заметным образом от нуля (в начальный момент времени) лишь в очень малой пространственной области Δx . Такая функция *не* соответствует идеальной (точечной) частице, волновая функция которой представляет собой экспоненту с мнимым показателем. Такая функция соответствует, как правильно указывает Блохинцев, *рою* классических частиц с ненулевыми скоростями, который со временем также расплывается. Если рассмотреть не мгновенную фотографию роя, а совокупность траекторий составляющих его частиц, то в *каждом* сечении легко увидеть тенденцию расширения трубки траекторий, т.е. мистики здесь никакой нет – ситуация определяется не

только координатами, но и их производными по времени. Если предположить, что подобного рода волновая функция отвечает комплексу квантово скоррелированных частиц, то из приведенных в [18] формул следует, что размеры волнового пакета растут соразмерно времени распространения пакета, т.е. что пространственная и временная нелокальность явления взаимно согласованы по порядку величины (см. рис. 6.3)..

Исключительно симптоматичен заключительный пример Блохинцева, в котором обсуждается, как же использовать полученный результат. В тех случаях, когда относительное расплывание волнового пакета мало (т.е. в эксперименте не наблюдается), то и хорошо – можно игнорировать. А вот когда оно по расчетам не мало, то (говорит Блохинцев) анализировать ситуацию средствами классической механики нельзя. А как же поступить (спросим мы)? А надо применять корректный квантовомеханический подход, который *не предписывает* вычислять степень расплывания умозрительного волнового пакета, *а предписывает* учитывать начальные, конечные и граничные условия для правильного определения вида волновой функции.

Еще раз хотел бы обратить внимание читателя, что предложенный мной учет нелокальности во времени не связан с реальной или гипотетической *эволюцией волновой функции* во времени. Он позволяет решить другую методологическую задачу – заменить идею *мгновенного коллапса* суперпозиции состояний (к одной из ее составляющих) на идею о том, что слово *мгновенный* вообще не имеет смысла на этом промежутке времени между началом и концом взаимодействия.

6. О НЕОБРАТИМОСТИ

Как говорилось в самом начале работы, в науке уже давно обсуждается так называемая “стрела времени” (И.Пригожин [2] говорит о “парадоксе времени”), связанная с необратимостью подавляющего большинства природных явлений и вторым началом термодинамики. С моей точки зрения, замечательно глубокий анализ физических аспектов этой проблемы дал недавно С.Д.Хайтун, в книге [15] которого приведена и исчерпывающая библиография. Я позволю себе в дальнейшем изложении ограничиться ссылками лишь на эти две работы, а также на книгу С.Хокинга [1].

6.1. Необратимость и космология

Остановимся вначале на так называемой *космологической* стреле времени. В соответствии со сказанным в разделе 2, космологическая модель Эйнштейна-Фридмана допускает три класса решений, одно из которых явно выделяет стрелу времени, отвечающую необратимому расширению Вселенной. По крайней мере для такого решения необратимость эволюции усугубляется самим фактом рождения Вселенной, или Большого Взрыва. Вот что пишет автор [2]: “Большой Взрыв можно рассматривать как необратимый процесс в самом что ни на есть чистом виде. В самом деле, что может быть более необратимым, чем процесс перехода из “ничего” (квантового вакуума) в нашу Вселенную с ее материей-энергией?”.

В данной книге 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).

6.2. Необратимость и термодинамика

Рассмотрим теперь вопрос о *термодинамической* стреле времени. Пригожин [2] пишет: “Второе начало термодинамики в том виде, как его сформулировал Клаузиус, т.е. утверждение о том, что все происходящие в природе процессы вызывают увеличение энтропии, относится к физико-химическим процессам. К этим процессам относятся химические реакции, перенос тепла или вещества, диффузия и т.д. Все эти процессы увеличивают энтропию и не могут быть описаны в терминах обратимых преобразований, как в примере с колебаниями маятника. Каждая химическая реакция устанавливает некоторое различие между прошлым и будущим: она эволюционирует к равновесному состоянию, которое должно существовать в нашем будущем. Аналогичным образом в изолированной системе все неоднородности распределения температуры сглаживаются, и в будущем распределение становится однородным. Таким образом, эволюция обретает весьма ограниченный смысл: она приводит к исчезновению порождающих ее причин”.

“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 [15] (речь идет о замкнутых физических системах).

Пригожин, который является выдающимся современным специалистом в области физики необратимых процессов, в работе [2] попытался преодолеть это фундаментальное противоречие за счет использования более “богатого” (чем пространство Гильберта) пространства функций, описывающих квантовомеханическую эволюцию состояний. В используемой им модели к действительной части показателя экспоненциального множителя добавляется или вычитается (в зависимости от знака времени) малая мнимая часть, что автоматически позволяет внести различие между прошлым и будущим. Однако Хайтун справедливо указывает на произвольность такой модификации решения, если исходные уравнения остаются неизменными.

Более того, автор [15] убедительно доказывает, 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. Хайтун перечисляет основные направления статистической теории необратимых процессов и показывает, что четыре из них (кинетическая теория, теория флуктуаций, эргодическая теория и теория обратимого динамического хаоса) теснейшим образом связаны с механикой Гамильтона и не могут ей противоречить, а значит, не могут привести к адекватному описанию необратимых процессов. Пятое же направление – синергетика – изучающая необратимый динамический хаос, напротив, является существенно негамильтоновой и поэтому не может быть выведена в качестве следствия из динамики замкнутых систем. Еще раз повторю, что автор работы [15]

подробно исследует практически все известные линии получения необратимых соотношений и каждый раз указывает то конкретное место, где допущена логическая или математическая ошибка.

6.3. Необратимость и неупругие взаимодействия

Важнейшим идейным пунктом монографии [15] 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 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 микрообъектов*, 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 микрообъектов 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.

6.4. Связь между космологической и термодинамической необратимостью

В отношении процессов, связанных с диссипацией механической энергии, Хайтун считает невозможным построить корректную термодинамическую теорию на основе законов гамильтоновой механики. Он, в частности, отклоняет возможность (идею Козырева) рассматривать Вселенную в целом в качестве системы, в которой не выполнялся бы закон сохранения энергии. Как понял читатель из чтения предыдущего материала, моя точка зрения на этот тезис прямо противоположна, что позволяет наметить подход к решению проблемы глобальной термодинамической необратимости. Более того, я уверен, что вообще любая попытка построить теорию, приводящую к необратимости, эквивалентна утверждению о неоднородности времени относительно законов этой теории и тем самым означает и несохранение энергии.

При вычислении энтропии системы рассматривается распределение элементов подсистемы по энергии. Если считать минимально возможную “порцию” энергии

неизменной, то увеличение суммарной энергии Вселенной (в соответствии с предложенной мною системой представлений) с течением времени увеличивает и множество возможных вариантов распределения по энергиям, т.е. уменьшает вероятность каждого отдельного состояния.

Поясню это с помощью еще одной железнодорожной аналогии. Предположим, что вчера утром определенное число пассажиров должно было разместиться по одному в купе поезда, причем число купе больше числа пассажиров. Состоявшийся вариант размещения пассажиров имеет определенную вероятность, которую несложно рассчитать. Далее предположим, что на следующее утро (сегодня) число пассажиров осталось тем же, но был подан поезд с увеличенным числом купе. В этом случае конкретный вариант сегодняшнего размещения пассажиров по купе будет иметь меньшую вероятность относительно всех возможных (сегодня) вариантов, чем вчерашний вариант.

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.

6.5. С.Хокинг о психологической стреле времени

Что же касается совпадения направлений термодинамической стрелы с *психологической*, то в общем можно согласиться с аргументацией С.Хокинга [1], цитату из книги которого я с удовольствием воспроизвожу: "Я докажу, что психологическая стрела определяется термодинамической и обе эти стрелы направлены одинаково... Мне кажется вполне логичным предположить, что и у компьютеров, и у людей психологическая стрела одна и та же. Если бы это было не так, то, имея компьютер, который помнил бы завтрашний курс акций, можно было бы прекрасно играть на бирже... (Для запоминания)... надо затратить некоторое количество энергии... Эта энергия перейдет в тепло и тем самым увеличит степень беспорядка во Вселенной. Можно показать, что это увеличение

беспорядка будет всегда больше, чем упорядочение самой памяти. Необходимость охлаждения компьютера вентилятором говорит о том, что, когда компьютер записывает что-то в память, общий беспорядок во Вселенной все-таки увеличивается. Направление времени, в котором компьютер запоминает прошлое, оказывается тем же, в котором растет беспорядок." Итак, у демона Максвелла нет никаких шансов!

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настало время подвести некоторые итоги, которые, возможно, представят некоторый интерес не только для того, кто мужественно дочитал книгу до этого места, но и для нетерпеливого читателя, сразу заглянувшего в ее конец (автор и сам так иногда поступает).

Прежде всего, я хотел бы со всей определенностью заявить, что ни развитие современной физики вообще, ни идеи, лежащие в основе данной работы, невозможно представить себе без специальной и общей теории относительности Альберта Эйнштейна, первым пришедшего к концепции единого пространственно-временного континуума, геометрия которого в общем случае может быть неевклидовой. Тем, кто дал себе труд прочесть написанное выше, понятно, что в этом смысле данная работа является попыткой развития, некоторого переосмысления, но уж никак не отрицания или опровержения теории относительности.

Едва ли в начале 21-го века найдется консерватор от науки, который в принципе не допускал бы возможности какой-либо модификации или ревизии СТО и ОТО. В качестве известного мне примера попытки обобщения ОТО сошлюсь, например, на [16]. Вопрос заключается, очевидно, лишь в том, достойна ли внимания та или иная конкретная попытка сделать это. Стало уже традицией, что каждый претендент защищает свою концепцию по таким критериям, как согласие в первом приближении с известными фактами, обоснованная критика общепринятой парадигмы, объяснение необъясненных и предсказание новых явлений.

Читатель моей книги должен был заметить, что предлагаемые в ней идеи в первом приближении действительно соответствуют идеям Эйнштейна и даже, как я выше отметил, не могли бы быть найдены без осмысления

положений теории относительности. Что же касается критики общепринятой парадигмы, то я, как автор, должен сознаться в несомненной дерзости, поскольку подверг ревизии такие неприкасаемые догматы, как принцип относительности, принцип эквивалентности и закон сохранения энергии. Попробую оправдаться.

Принцип относительности является очень красивым математическим принципом, декларирующим равноправие систем отсчета. Физический же смысл этого принципа должен объясняться либо волей Создателя, которому важно, чтобы в его владениях царила демократия по отношению ко всем возможным наблюдателям, либо каким-либо еще экзотическим образом, что делает этот самый принцип достаточно уязвимым для критики. Взамен мной предложена наглядная геометрическая модель, в которой принцип относительности сводится к приближенному выполнению теоремы Пифагора для достаточно малых величин абсолютной скорости по отношению к выделенной системе отсчета, которая существует в любой точке пространства.

Принцип эквивалентности Эйнштейна является теоретическим постулатом, основанным на эмпирическом факте пропорциональности гравитационной и инертной массы. Однако этот принцип, как я попытался показать выше, неявно базируется еще на одной предпосылке, которая состоит в использовании представлений механики точечной частицы. Иными словами, принцип эквивалентности, использующий идею локально однородного поля, справедлив только для области пространства, размеры которой существенно больше, чем собственные размеры частицы, помещенной в поле внешнего источника. Если же гравитационный радиус пробного тела близок по величине к размеру области, в которой локализовано поле внешнего источника, то необходимо использовать более мощный понятийный и математический уровень механики сплошной

среды. Крайне важно, что мы сталкиваемся именно с такой ситуацией в двух противоположных предельных случаях - при рассмотрении Вселенной в целом и в задачах гравитационного коллапса.

Учет влияния собственного гравитационного поля материальных тел производится путем непосредственной и открытой легализации статического давления гравитирующей материи, что практически равносильно введению в уравнения Эйнштейна знаменитой космологической постоянной. Выдающимся результатом такой модификации уравнений для нестационарного случая оказывается появление нового замечательного решения, которое практически позволяет отождествить физическое Время с эволюцией радиуса кривизны Вселенной, а плотность материи – с самой величиной этого радиуса. Но высока и плата за новое решение - в нем масса покоя Вселенной не сохраняется во времени, а изменяется по линейному закону. Что же, это катастрофа для новой концепции?

Обратившись к теоретическому обоснованию закона сохранения энергии (в классической механике), опирающемуся на однородность времени, уместно спросить – а можно ли говорить об однородности времени для Вселенной с изменяющимся радиусом кривизны? Мне кажется, что ответ может быть только отрицательным, поэтому консерватизм в неаргументированном отстаивании закона сохранения энергии можно поставить в один ряд с судьбой пятого постулата Эвклида. И, разумеется, нет никакого конфликта с реальностью – отклонение от закона сохранения составляет порядка 10^{-10} . Нет и ущерба для логики научной теории, так как на смену одному закону (сохранения) приходит новый закон (линейной эволюции), а не произвол и неопределенность.

Перехожу к объяснению необъясненных и предсказанию новых явлений. Для меня и тем и другим

одновременно оказался феномен анизотропии реликтового излучения и связанное с ним наличие выделенной системы координат (см. раздел 3). К осознанию необходимости существования выделенной системы отсчета меня привели чисто теоретические соображения, однако сильно смущало видимое противоречие с общепринятой системой взглядов (и всеми известными мне экспериментами). Осенью 1996 года я рассказал об этой проблеме А.В.Московскому, который вспомнил, что он что-то читал об этом в [5]. Затрудняюсь передать свое удивление и вспыхнувший энтузиазм после прочтения комментария Я.Б.Зельдовича к проблеме анизотропии фонового излучения, но это был психологически решающий момент в моей работе!

Что касается новых экспериментальных результатов, которые могли бы подтвердить новую концепцию, то я предполагаю, что они могут быть получены именно для тех двух предельных классов ситуаций, о которых уже говорилось выше. Это класс эффектов, характерных для Вселенной в целом (подобно анизотропии излучения), а также явления, связанные с гравитационным коллапсом или очень сильными гравитационными полями, разумеется, после построения правильной количественной теории, учитывающей статическое давление. Помимо этого, если предложенная мною модель Вселенной верна, и абсолютное движение земного наблюдателя в направлении на созвездие Льва (см. в разделе 3 об анизотропии реликтового излучения) со скоростью 0,15 % от скорости света действительно имеет место, то вполне вероятно, что удастся обнаружить аналогичную анизотропию в этом же направлении, например, при измерениях эффекта Доплера в радио- и оптическом диапазонах, как это описано в разделе 3.

Важнейшим достижением новой концепции я считаю прояснение представлений о сущности времени и движения. Впервые факт течения времени в качестве явного постулата

введен в теорию и отождествлен с расширением сферической 3-мерной Вселенной в 4-мерном пространственно-подобном континууме. Впервые представление о трехмерных движениях бесчисленного множества тел сведено к единственному процессу расширения 3-мерной оболочки, "пронзаемой" мировыми линиями, откуда следуют и закон Хаббла, и новые физические представления о движении.

Опираясь на объективное существование волн де Бройля, мы сформулировали также гипотезу о массе как о квантовом числе, возрастающем одновременно с радиусом Вселенной. Последнее утверждение, в свою очередь, дало основание отказаться от принципа сохранения во времени массы и энергии Вселенной и заменить модель "большого взрыва" в момент рождения Вселенной на концепцию "энергетического насоса".

Использование новой концепции времени позволило осознать недостаточность применения понятия нелокальности исключительно к пространственному аспекту квантовомеханических явлений. Учет нелокальности явлений во времени дает возможность с правильных методологических позиций решить такие основные "проклятые" вопросы квантовой теории, как проблема редукции волновой функции, проблема внешнего наблюдателя, проблема сверхсветового взаимодействия скоррелированных частиц и т.п.

Новая концепция времени, как было показано, связана с космологической необратимостью эволюции. Реальное расширение Вселенной есть первоисточник космологической необратимости, позволяющий через измерение кривизны пространства объективно регистрировать ход времени. Связанный с ним рост массы и энергии увеличивает число возможных состояний в фазовом пространстве (при фиксированном объеме элементарной фазовой ячейки). Тем самым постоянно понижается полная энтропия Вселенной.

Рост массы происходит неравномерно - чем больше масса тела, тем больше абсолютный ее прирост в единицу времени. Именно поэтому генератором эволюции являются звезды, изливающие энергию в окружающую среду и накачивающие отрицательной энтропией планеты. С другой стороны, поля, распространяющиеся со скоростью света, выравнивают температуру среды и создают встречные (т.е. вторичные) энтропийные потоки, рождая у наблюдателей иллюзии о неизбежном наступлении тепловой смерти Вселенной. Трудно недооценить роль подобного конструктивного ответа (если он, конечно, соответствует истине) на вопросы, поставленные наукой много десятков лет тому назад.

За рамками изложенной здесь концепции пока остается теория электромагнетизма. Я, однако, склонен надеяться, что в дальнейшем это положение дел удастся исправить, может быть - исходя из представлений 5-мерной теории, восходящей к Калуза и активно развиваемой в современной физике.

И, наконец, еще об одном важном обстоятельстве. В публикациях ряда ведущих теоретиков ОТО часто приходится встречаться с утверждением о необходимости ограничиться лишь анализом локального "гравитационного рельефа" в локальных же системах координат, о бессмысленности попыток построить глобальную картину Вселенной. Я убежден в противоположном и рад, что предложенная мною модель может служить основанием для такой уверенности.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. **С.Хокинг.** *Краткая история времени. От большого взрыва до черных дыр.* Москва, Мир, 1990.
2. **И.Пригожин, И.Стенгерс.** *Время, хаос, квант.* Москва, Прогресс, 1994.
3. **Н.А.Козырев.** *Избранные труды.* Ленинград, Издательство ЛГУ, 1991.
4. **А.С.Шаров, И.Д.Новиков.** *Человек, открывший взрыв Вселенной. Жизнь и труд Эдвина Хаббла.* Москва, Наука, 1989.
5. **С.Вайнберг.** *Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Вселенной.* Москва, Энергоиздат, 1981.
6. **А.А.Фридман.** *Избранные труды.* Москва, Наука, 1966.
7. **В. Паули.** *Теория относительности.* Москва-Ленинград, ОГИЗ, 1947.
8. **А.Эйнштейн.** *Вопросы космологии и общая теория относительности.* В сб. "Альберт Эйнштейн и теория гравитации", Москва, Мир, 1979.
9. **А.Эйнштейн.** *Сущность теории относительности.* Москва, ИЛ, 1955.
10. **Я.Б.Зельдович, И.Д.Новиков.** *Строение и эволюция Вселенной.* Москва, Наука, 1975.
11. **А.Эйнштейн.** *Основы общей теории относительности.* В сб. "Альберт Эйнштейн и теория гравитации", Москва, Мир, 1979.
12. **A.Einstein, V.Podolsky, and N.Rosen,** *Phys. Rev.* 47, p. 777, 1935.
13. **J.Bell,** *Physics (N.Y.)* 1, p.195, 1964.
14. **A.Eddington,** *The Nature of the Physical World.* Ann Arbor: The University of Michigan Press, 1958, p. 217. Серия "Ann Arbor Paperbacks".

15. **С.Д.Хайтун.** *Механика и необратимость.* Москва, Янус, 1996.
16. **Г.И.Шипов.** *Теория физического вакуума.* Москва, НТ-Центр, 1993.
17. **Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц.** *Теория поля.* Москва, Наука, 1967.
18. **Д.И.Блохинцев.** *Основы квантовой механики.* Москва, Наука, 1988.
19. **Wheeler J.A., Feynman R.P.** *Interaction with the Absorber as the Mechanism of Radiation,* Reviews of Modern Physics, **17**, 156, (1945)
20. **Wheeler J.A., Feynman R.P.** *Classical Electrodynamics in Terms of Direct Interparticle Action,* Reviews of Modern Physics, **vol. 21**, numb. 3, p. 425-433 (1949)
21. **Сост. В.А.Ацюковский.** *Эфирный ветер.* Москва, Энергоатомиздат, 1993.
22. **Р. Толмен.** *Относительность, термодинамика и космология.* Москва, Наука, 1974.
23. **Д.-Э. Либшер.** *Теория относительности с циркулем и линейкой.* Москва, Мир, 1980.
24. **Ш.Л. Глэшоу.** *Очарование физики.* Москва, Издательство РХД, 2002.
25. **М.В. Сажин.** *Современная космология в популярном изложении.* Москва, Издательство “Едиториал УРСС”, 2002.
26. **Edwin F. Taylor, John A. Wheeler.** *Spacetime Physics.* W. H. Freeman and Company, San Francisco and London, 1966 (Русский перевод: Э.Ф.Тейлор, Дж. А. Уилер. *Физика пространства-времени.* Москва, Мир, 1971)

-
27. **Klapdor-Kleingrothaus H.V., Zuber K.** *Teilchenastrophysik*. В. G. Teubner GmbH, Stuttgart, 1997 (Русский перевод: Клапдор-Клайнгротхаус Г. В., Цюбер К. *Астрофизика элементарных частиц*. Москва, Редакция журнала “Успехи физических наук”, 2000)

Приложение 1

ВРЕМЯ КАК ФЕНОМЕН РАСШИРЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ

Приведенный выше основной текст работы содержит довольно подробные рассуждения и математические выкладки. Ниже излагается весьма краткое содержание этой работы, не содержащее формул.

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 [3].

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 [4]. 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.

Например, в работе [5] приводится описание простой космологической модели, которую мы будем называть моделью Эйнштейна-Фридмана, или ЭФ-моделью. В ней Вселенная выглядит как 3-мерная гиперповерхность 4-мерного

шара, чей радиус меняется со временем. Соответствующим образом меняется со временем и кривизна гиперповерхности шара.

2. Основная гипотеза новой теории о природе времени

В основу предлагаемой автором этих строк 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. В [2] я попытался показать, что учет статического давления гравитирующей материи приводит к линейной зависимости

радиуса Вселенной от ее возраста (см. конец настоящей публикации).

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.

3. 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-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. 1.

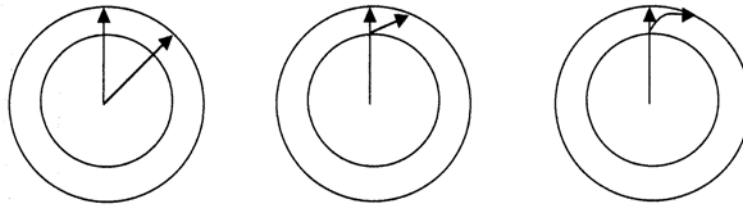


Рис. 1. Эффект “перемещения” точек на поверхности гиперсферы для неподвижных в пространстве объектов (слева), движущихся по инерции (в центре) и ускоренно (справа)

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-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-шара (см. рис. 2). Эта аналогия не полна, поскольку в ТШРВ абсолютно удаленная область вырождается в 3-мерную гиперповерхность.

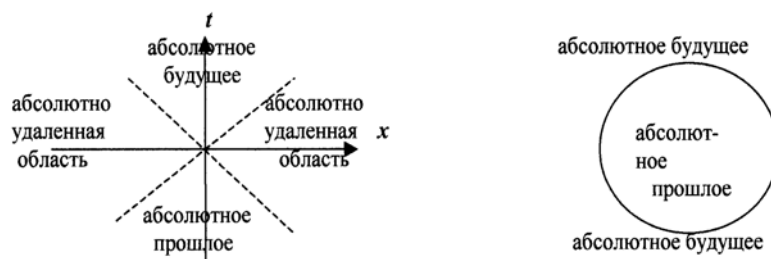


Рис. 2. Области 4-мерного континуума в СТО (слева) и ТШРВ (справа)

4. 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-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.

Пусть углы отклонения мировых линий от строго радиального направления достаточно *малы*. 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 следствие, при не очень больших скоростях справедливы формулы преобразования Лоренца в различных инерциальных системах отсчета.

5. 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. 3 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).

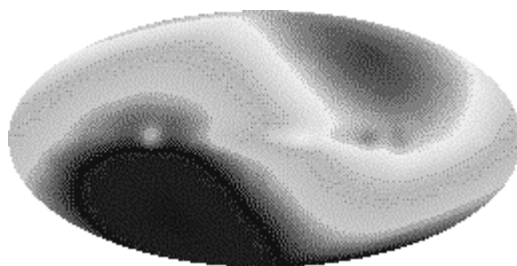


Рис. 3. Анизотропия микроволнового космического излучения

Как отметил выдающийся советский астрофизик академик Я.Б.Зельдович в редакционном комментарии в [6] 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 ± 60 км/с в направлении на созвездие Льва.* Вследствие этого движения, т.е. за счет эффекта Допплера, 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. 4). 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. 4. Расположение Солнца и созвездия Льва относительно Земли

Повидимому, возможна аналогичная проверка ТШРВ и в земных условиях, с помощью искусственных источников излучения.

6. 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 диаметра 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 период колебаний обратно пропорционален энергии покоя, а длина волны – импульсу. В ТШРВ делается фундаментальное предположение, что *масса* покоя является *квантовым числом*, определяющим кратность возраста Вселенной по отношению к периоду волны де Бройля. Эта гипотеза проясняет природу *инерционности*, как отношения двух характерных времен, а также сущность такого понятия, как *энергия* покоя.

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, повидимому, 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 и к 4-векторам скорости, ускорения, энергии-импульса. В ТШРВ используются векторы со всеми действительными компонентами. При этом величина 4-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-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 ускорения порядка $2,25 \times 10^{-6}$.

7. Локальные поля тяготения частиц

Как же должны мы мыслить себе гравитационные поля частиц (звезд, планет и пр.), заполняющих Вселенную, в рамках вновь предложенной концепции? Представим себе сначала все частицы неподвижными, дрейфующими в процессе расширения Вселенной строго вдоль радиальных мировых линий. Если в такой Вселенной существует феномен взаимного притяжения между двумя частицами, то для наблюдателя это будет выглядеть как искривление мировых линий, которые вместо радиального расхождения окажутся

загнутыми в направлении одна к другой. По существу, вместо мировых линий мы можем говорить просто о силовых линиях поля тяготения, но тогда эта аналогия позволит нам отождествить изохронное сечение Вселенной с поверхностью равного потенциала, к которой эти силовые линии должны быть *нормальны*. Таким образом, мы приходим к представлению о том, что изохронное сечение Вселенной не является строго концентрической гиперсферой, а возмущено своего рода воронками (см. рис. 5), центрам которых отвечают гравитирующие частицы.



Рис. 5. Локальное поле тяготения частицы

Угол отклонения профиля воронки от невозмущенной гиперсферы в точности равен углу отклонения нормали от идеально радиального направления. Следовательно, мера интенсивности локального гравитационного поля в каждой его точке фактически совпадает с использованной нами мерой скорости частицы, что и оправдывает перенос понятия энергии, связанной с механическим движением, на область гравитационных явлений.

8. ТШРВ и общая теория относительности

ТШРВ претендует на более близкое к действительности описание законов Вселенной, чем дает общая теория относительности. Чтобы эта претензия выглядела более убедительной, целесообразно остановиться на некоторых аспектах ОТО.

Вернемся к вопросу о том, можно ли в космологических уравнениях пренебрегать давлением материи. Еще 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 равными 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. 6). 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 среды*.



Рис. 6. 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 [2] 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 [7] приведена зависимость давления внутри шара в функции от его (ненулевой) плотности. Из нее следует (см. [2]), что если 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. Этот эффект можно

объяснить “растяжением” объема вследствие изменения метрики.

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-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-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, кажущаяся парадоксальность несохранения массы (и энергии!) Вселенной заставляет задуматься о *выполнении* условий, при которых должен быть справедлив закон сохранения энергии (см. рис. 7).



Рис. 7. Если свойства пространства со временем *не меняются*, то энергия изолированной системы сохраняется (слева). Если же свойства пространства со временем *меняются*, то энергия изолированной системы *не сохраняется* (справа)

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!* Поскольку и современная физика, и ТШРВ исходят из иной концепции, постольку этот закон 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.

Исходя из астрофизических наблюдений, Н.А.Козырев [1] 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”.

9. Происхождение и замкнутость Вселенной

Космологическая модель ЭФ ничего не могла сказать о происхождении Вселенной. Напротив, развиваемый в работе [2] подход позволяет довольно наглядным образом подойти к этой проблеме.

Как отмечено в [7], для любого материального шара с ненулевой плотностью метрика этой области искажается по отношению к евклидовой, ее геометрия совпадает с геометрией четырехмерной сферической гиперповерхности. В случае неколлапсирующего шара рельеф его гравитационного

потенциала можно уподобить небольшой “ямке”, гравитационный радиус которой много меньше ее геометрического размера. Однако с ростом плотности вещества метрика все более деформируется, и “ямка” в конце концов превращается в своего рода “воронку”, 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 “пуповина”, связывающая ее с внешним Миром, должна казаться сферической белой дырой, из которой непрерывно вещество и излучение поступают и, быть может, позволяют судить о свойствах этого внешнего Мира. Тем, кто читал фантастическую повесть В.А.Обручева “Земля Санникова”, это наверняка напомнит описанную там северную впадину, ведущую в гигантскую подземную полость со 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.

С другой стороны, в [2] показано, что при ничтожной плотности вещества гравитационный радиус Вселенной оказывается больше геометрического и, следовательно, сама она - “черной дырой”. Выполнение этого условия опять-таки согласуется 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.

В современной ОТО построена специфическая картина коллапса звезд, которая, вообще говоря, может изучаться в трех различных системах отсчета. Обычно используются модели, построенные для “точечной” массы. Первая система связана с внешним наблюдателем, вторая – сопутствует падающей в черную дыру материи, третья – система отсчета наблюдателя внутри 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* как бы из сингулярной точки. 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.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. **Н.А.Козырев.** *Избранные труды.* Ленинград, Издательство ЛГУ, 1991.
2. **М.Х.Шульман.** *Сайт Института исследований природы времени (русскоязычная версия) www.chronos.msu.ru, Проект Лаборатории-кафедры времени как феномена расширения,* 2001.
3. **Ю.С.Владимиров.** *Реляционная теория пространства-времени и взаимодействий. Часть 2. Теория физических взаимодействий.* Москва, Издательство МГУ, 1998.
4. **А.С.Шаров, И.Д.Новиков.** *Человек, открывший взрыв Вселенной. Жизнь и труд Эдвина Хаббла.* Москва, Наука, 1989.
5. **А.Эйнштейн.** *Сущность теории относительности.* Москва, ИЛ, 1955.
6. **С.Вайнберг.** *Первые три минуты. Современный взгляд на происхождение Вселенной.* Москва, Энергоиздат, 1981.
7. **Р.Толмен.** *Относительность, термодинамика и космология.* Москва, Наука, 1974.

Приложение 2**TIME AS PHENOMENON
OF THE UNIVERSE EXPANSION****Preface**

This work was stimulated by Kozyrev's book [1], that I had read in the 1992. Then I started to reflect on Time meaning and Time and Space asymmetric roles during the Universe Expanding. These ideas development allows to the work [2], it can be accessed now (the Russian version only) on the site of the Institute of time nature explorations (grant № 00-07-90211 of the Russian fund of basic research).

I would like to thank the Chairman of the Russian Interdisciplinary Temporology Seminar Dr. A. Levich from Moscow State University for his constant support and friendly interest. Also I would like to thank A.Moskowsky for the 20-year discussion of the physics history and philosophy.

The noted work [2] pretends to radically revise a number of basic physical concepts relative to the Space - Time, Motion and Energy nature. It includes a detail analysis and mathematical calculations. A brief account of the main part of this work is only presented below.

1. Introduction

The nature of time is not yet enough clear for natural science. In the Newton mechanics time was presented as some universal formal parameter. Its value rises steadily at every point of the Universe. Each physical process occurs in space in correspondence with the time currency.

In the Special Relativity (SR) time and space are integrated to the common 4D-continuum. However, in this theory the time component having imaginary factor seems also to be “exotic”. In this concept the increase of time is also implied in each reference frame.

The General Relativity (GR) allowed link the time properties with gravitational fields and the space geometry. The time currency started being associated with a spatial expansion of the Universe.

So, the theoretical physics traditional approach to the process description is based upon the time currency considering as primary (original) one. They are also in the modern physics [3] several attempts to deduce the time concept as secondary one from different fundamental (microscopic) concepts.

However, the third way (inverse to the first one) is possible and presents the base of this paper. A starting point of this way is the following question: “Does any universal process exist which could *generate* physical time?”

Such fundamental cosmic process exists really and is well known in the modern science. It presents the Universe expansion and was opened at the first third of the 20th Century by the American astrophysicist E. Hubble and others [4]. It means the general increase of distances between all 3D-bodies. The same scattering of 2D-figures happens on the surface of some spherical balloon during air incoming. The centre of this sphere does not belong to the surface, all points of the sphere (the Universe) are equivalent.

Some time before the theoretical physics came to the same results. As is well known, the Einstein’s GR was published in the 1916. After that Friedmann (1922) proposed the concept of the expanding Universe.

For example, in the book [5] a description of the basic cosmic model is given. I will hereinafter call this model “Einstein-

Friedman model”, or “EF-model”. In this model the Universe is presented as 3D-hypersurface of a 4D-sphere with increasing radius. Of course, the curvature of the 3D-hypersurface increases with time too.

2. Basic hypothesis relative to time nature

Some simple and pictorial views consist a base of the new concept. I’ll call it briefly “The Spherical Expanding Universe Theory (SEUT)”.

In the SEUT, like the EF-model, the Universe presents in every time the 3D-hypersurface of a 4D-sphere. However, there is one very important difference. In the Einstein’s theory the spatial components of the metric tensor are opposite in sign to the time’s one. For example, we may consider time as imagine quantity, then a spatial coordinate is real one. On the contrary, in the SEUT the 4D-continuum is considered as purely Euclidean, all the four coordinates are real quantities. The usual spherical geometry can be used on a surface of the 4D-sphere.

As it well known, in the GR the Age of the Universe can be *calculate* using the EF-model or another one. Usually, the radius-age dependence is not a direct proportionality in such GR models. Well, this result may be deduced if to neglect the global pressure of matter that fills the Universe. I tried to show in [2], that an account of the static pressure of matter follows the Universe radius linear dependence on its age (see below).

On the contrary, in the SEUT the time universal currency is *manifested*. The Universe age is *identified* with a current Universe radius divided by the velocity of light. Numerous consequences may be deduced from this statement. On the other hand, it allows avoid many other arbitrary postulates in the model.

3. Mechanical motion and maximal velocity in the SEUT

The SEUT states, there is no unlimited set of independent mechanical motions. Only world lines of moving bodies exist. Each of them has some inclination relative to the time line, which presents a normal to the hypersurface of the 4D-sphere. *An inclination angle defines the spatial motion velocity.* When the sphere radius rises, the intersection point of world line and current hypersurface “moves” with exact correspondance with a modern physics prediction.

Immovable objects (stars) have the zero inclination, their world line are normal to the hypersurface. Hence they “scatter” according to the Hubble law, their mutual velocity is proportional to mutual distance. If a body world line has some inclination relative to normal, the angle is more than zero. But it can't exceed 90° , therefore *maximal* mechanical motion *velocity* appears *naturally*, it is equal to the velocity of light.

Let us consider three variants of motion (see for fig.1)..

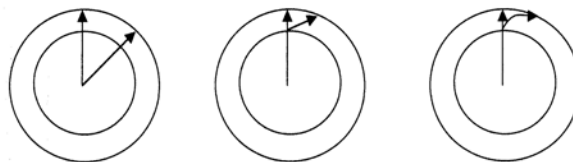


Figure 1. Phenomenon of a “motion” of point on a sphere surface for immovable (at the left), uniformly moving (at the centre) and non-uniformly moving (at the right)

The left picture illustrates the Hubble effect. The right picture presents a general case of motion with acceleration. The central

picture corresponds with an inertial motion, its world line is direct. In this case the moving body displacement increases proportionally to the Universe radius increment. So, *inertial* motion is not postulated in the SEUT, it appears as natural model consequence.

At a large 4-sphere radius values all the relationships of SR and usual mechanics laws are applicable approximately in the SEUT. A Special Relativity light cone transforms to all the hypersurface of the 4D-sphere. But the analogy isn't complete, because an absolute remote SR area degenerates to this 3D-hypersurface in the SEUT(see for fig. 2).

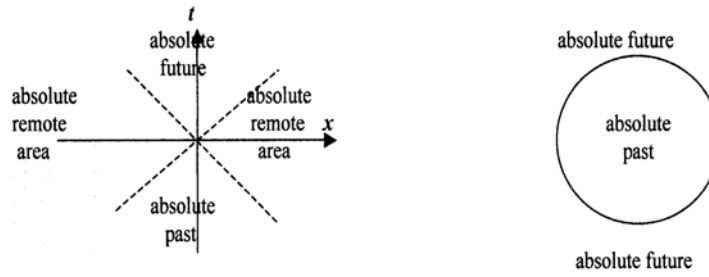


Figure 2. 4D-continuum areas in the SR (at the left) and in the SEUT (at the right)

4. SEUT and Minkowski geometry

Let us consider small increments of time and space coordinates along body world lines during the Universe expanding. It is enough to consider a small area of the Universe, so we can neglect its curvature. Then it is acceptably to replace approximately concentric hypersurfaces (“isochrones”) by parallel hyperplanes. A rest state corresponds with a representative point “drift” perpendicularly to isochrones, an inertial motion

corresponds with displacement along inclined direct lines between isochrones.

At each time the Universe is presented as certain isochrone that contains all the real spatial points. Let us accept that 4D-sphere radius increment divided by velocity of light presents invariant measure of (absolute) time increment. We will also state that this quantity has the same value in each *inertial* reference frame, i.e. at a motion along each *direct* world line.

Let the world line inclinations from normal direction are enough *small*. Then metric relationships like Minkowski geometry ones appears in our purely Euclidean 4D-continuum. In particular, well known relationship

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

can be deduced from the Pythagorean theorem. It connects a spatial component dr with a time component dt (at moving reference frame) through velocity of light c . Here ds is an absolute time interval (between two 4D-events at a immovable reference frame). Hence, if velocities aren't very high, the Lorentz transform is correct in different inertial reference frames.

5. On the Einstein's relativity principle

If the world lines inclinations from exact normal direction cannot be accepted as small, then Minkowski geometry relationships are correct approximately only. It means that Einstein's relativity principle is correct (in the SEUT) only for reference frames that move with velocities enough small relative to *selected* reference frame. Such reference frame is linked hardly with a body at (absolute) rest, i.e. drifting along radial world line.

The selected reference frame existing reminds of old ether theories that contradict to the Special Relativity views. It seems, these theories became a thing of the past irretrievably. In fact, the velocity of light in vacuum is constant everywhere and everywhen. However, the reference frame existing can be detected in principle as a light signal frequency bias, i.e. with the help of Doppler effect. Well, this phenomenon is really detected by modern astrophysics!

The temperature diagram of the Cosmic Microwave Background Radiation (CMBR) coming to the Solar system from all the sides of the Universe is presented on the fig.3. The data was registered during 4 years by the Cosmic Background Explorer (COBE) satellite (NASA Goddard Flight Center, COBE Science Working Group).

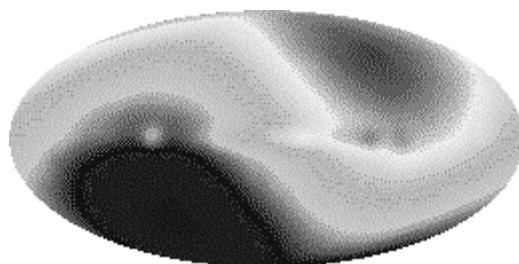


Figure 3. The anisotropy of the Cosmic Microwave Background Radiation (CMBR)

The known Russian scientist J.B. Zeldovitch wrote sooner in the Editorial Addition to [6] that careful measurements allowed find out some anisotropy of CMBR. An antenna oriented to the Lion constellation detects that the radiation temperature is 0.013% more, than mean. The radiation temperature in the opposite direction is 0.013% less, than mean. Generally, a temperature varies continuously between these two values. The isotropy

presents only for some imaginary observer. *The Solar system, Earth move to the Lion constellation relative to this observer having velocity 390 ± 60 km/s.* Hence, as a result of the Doppler effect, a meeting radiation seems to be more hot, and an overtaking radiation seems to be more cold. This example shows that an observer exists in every point of the Universe. For him a CMBR is isotropic. We may consider this observer and the connected reference frame as selected. The selected reference frame existence at the Universe every point looks like the physicists commonly held view preceding to Relativity. They thought that the light presented ether oscillations occupying whole the Universe. They thought also that a reference frame connected with ether was preferable, or selected. They tried to detect the Earth motion relative to ether. We know that these experiments gave the negative result: any ether doesn't exist. But the Universe evolution follows that when CMBR is observed (and only in this case!), the selected reference frame (called sometime "new ether") appears. This new ether at one place is moving relative to new ether at other one. *The new ether or CMBR just realises the motion according to Hubble's law.*

The modern NASA's data allows to put the relation of the Solar system velocity to the velocity of light equal to 0,15%. It is enough small value justified Special Relativity and Minkowski geometry relationships application. But can we believe this phenomenon to be an exhaustive proof of the SEUT accuracy?

To test it I propose a not complicated observational experiment. If the CMBR anisotropy is due to the real selected frame existence, then it may be detected for any electromagnetic radiation. In particular, an anisotropy of solar radiation has to exist at the different year periods. It has to be detectable in August, when the both solar radiation and CMBR come to Earth from the Lion constellation side (see for fig. 4). In February these sources are opposite in disposition relative to Earth, therefore the solar

radiation anisotropy direction has to be opposite. The expected effect value (with account of the Lion constellation straight ascendancy and obliquity of the ecliptic) is approximately equal to 300 km/s, i.e. nearly 0,1% of the velocity of light. In November and May the anisotropy has to be practically absent.

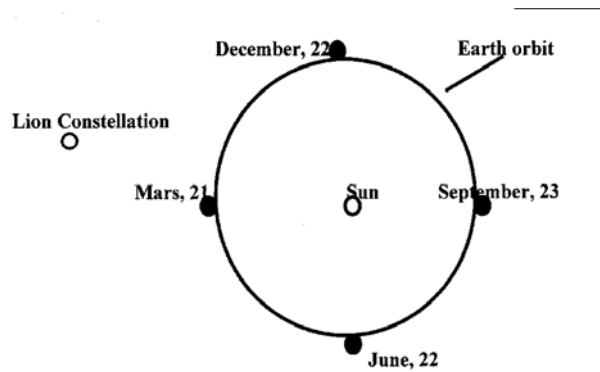


Figure 4. The Sun and Lion constellation disposition relative to Earth

Probably, an analogous SEUT test in a laboratory is realizable with help of artificial radiation sources.

6. Particle mass, energy and impulse

So, we consider the Universe as expanding 3D-hypersurface of a 4D-sphere. Mass localisation places in the Universe present the points of the hypersurface intersection by world lines. So, these world lines have a real physical meaning, not abstract illustrative this one. We may expect this physical meaning to be more essential than simple word expression.

Particularly, while the Universe global analysis is making, we may suppose that such fundamental particle feature as its mass

at rest presents some *relative* value. Such relation (some kind of a quantum number) may include, for example, 4D-sphere (the Universe) diameter and some characteristic size like de Broglie wave period that is inversely proportional to the mass. This hypothesis may make clear *inertia* nature as two characteristic times *relation*. It may also explain the *energy* at rest meaning.

Meanwhile, the Universe radius increases with time. Well, what happens with mass? If a de Broglie wave period increased proportionally to time, we couldn't generally detect the Universe expansion, including famous "red shift". But if particle wave periods are constant, then *matter mass has to rise proportionally to the Universe age and size*.

In the Relativity (like Minkowski geometry) we use vectors having imaginary projection to time axis and real projections to space ones. Particularly, it is true for velocity, acceleration, and energy-impulse 4-vectors. As against, vectors having all the real components are only used in the SEUT. At that, a 4-interval value (length in pseudo-Euclidean space) of some relativistic vector answers the absolute time axis projection of a corresponding SEUT-vector, and imaginary component of a relativistic vector (time of motion) answers the corresponding vector length in purely Euclidean continuum of the SEUT. For example, the energy-impulse vector module presents such quantity. Its projection to absolute time axis is energy at rest divided by velocity of light, and its projections to spatial axis are impulse components. This quantity is *constant* while the particle movement is *inertial* one.

A jump to *non-inertial* motion in the SEUT is connected with a corresponding state vector *changement* law. So, if particle motion velocity changes, its *energy at rest* doesn't change, therefore full acceleration at a time interval can be calculated using the difference between new and old impulse values. Thus, the non-

uniform motion equation in the SEUT can be found like SR as time derivative of an impulse expression.

The force-acceleration relation depends on a mutual orientation of force and velocity vectors in the both SR and SEUT. But in Relativity a reference frame velocity can be choised arbitrary, for example – zero, then the relation will be equal to one.

On the contrary, in the SEUT an *absolute* velocity is presented, it is defined by the world line inclination relative to the normal. Let Earth move with any velocity relative to the immovable (selected) reference frame. Then we will be able to detect the absolute velocity using two measurements, the first one along the world line, and the second one in a perpendicular direction.

If this absolute velocity is really defined by direction and value following from CMBR anisotropy effect, then we can expect a relative difference near $2,25 \times 10^{-6}$ between longitudinal acceleration and transversal one.

7. Local gravitational fields of particles

What the SEUT talks about body gravitation fields? Let us imagine all the bodies as immovable and drifting exactly along the *radial* world lines. If there is a mutual attraction effect between two bodies in such Universe, an observer will detect some curvature of their world line. They will seem to be bending one to another instead of a radial divergence. In essence, in this case we may replace a world line by a gravitational field line. Then the analogy allows us to identify an Universe isochronous intersection with an equal potential surface that these field lines have to be *normal* to. So, we allow to a presentation that a Universe isochronous intersection is not strictly concentric hypersurface. It is perturbed by some kind of craters (see for fig.5), that centres correspond with gravitating bodies.



Figure 5. A local body gravitation field

The inclination angle of a crater profile relative to non-perturbed sphere hypersurface is equal exactly to the inclination angle of a normal relative to strict radial direction. Hence, a local gravitation field intensity measure agrees practically in each point with body velocity measure that we used earlier. It authorizes energy concept using for both mechanical motion and gravitation phenomenon.

8. SEUT and General Relativity

Let us discuss some GR's aspects. Is it acceptable to neglect pressure of matter? When Einstein searched for his early cosmological static model solution, he had to introduce a cosmic constant in his equation. This constant answered a *negative matter pressure*, that Einstein couldn't determine a meaning. In a non-stationary model a solution exists independently on cosmic constant presence, therefore it may be put often as zero. As rule, bodies velocities may be put as zero too, therefore (*dynamic*) pressure is usually neglected.

However, I insist on necessity to account a *static* pressure of gravitating matter. Really, it can be ignored in the case when Einstein's relativity principle is applicable. Accordingly with it a gravitation field can be *always* replaced by reference accelerated frame. In this case a purely kinematic side is only accounted. However, *not every* field may be considered (even locally) as

uniform one (see for fig. 6). Let the radius of a field source (or a *probe particle*) have the same order that the mutual distance. Then the Einstein's equation connecting space geometry with matter physical features seems to be incomplete. More precisely, it is incorrect to put exactly equal to zero a static pressure in the matter density tensor, it is necessary to introduce its (unknown, calculable) value accounting a *continuum deformation energy*.



Figure 6. At the left a locally uniform gravitation field is presented, the right field can't be considered as uniform one event locally

Are the proposed amendments important? Specialists know, that the Metagalaxy gravitation radius is *in fact* comparable with its real size. In [2] I have showed that the Universe radius is *less* than its gravitation radius.

Is shown also in the same work [2], that a resulting gravitational pressure in the Universe is *negative* and answers the Einstein's cosmic constant. This fact seems to be evident because a gravitation force aims to *gripe* any matter accumulation. But it is possible to attempt it with help a non-trivial way. Let us consider a matter pressure as a reactive force operating within a uniform sphere of incompressible liquid. A pressure dependence on internal density is presented in [7]. We can see (see for [2]), that if the sphere gravitation radius exceeds its geometric radius not more than approximately 1% (or is still less), then a pressure sudden negative change appears at the internal abroad. This phenomenon may be explained as a volume "expansion" due to a metrics perturbation.

The static pressure account allows not only to find out a *new* (linear in time) cosmologic solution, but also to calculate a Universe gravitational pressure value in dependence on its radius. This *negative* value has the representation like that one for a non-relativistic sphere (a star or a planet, for example). Also I would like to note, the expression for density-Universe radius in the SEUT is exactly the same that the expression for so-called *critical* density in the EF-model.

Two very important circumstances are clarified for all that. First, the Universe mass was turned out as *linearly increasing* function of the 4D-sphere radius, not constant. A famous Einstein's programme is realized unexpectedly in the SEUT: a matter features (density) are reduced to a space features (curvature). In other words, a necessity to externally ("by hands") introduce a mass distribution in the equations is eliminated in the SEUT. This operation is need in the GR to find out a spatial metrics changement law.

Second, the seeming paradoxicality of University mass (and energy!) non-conservation forces to reflect on conditions that the *accomplishment* allows to the energy conservation law correctness (see for fig.7).



Figure 7. If space features *aren't* depending on time, then the closed system energy is *constant* (at the left). But if space features *evolve* in time, then the closed system energy *haven't to be constant*.

It is evident, I believe, the energy can be exactly constant only in such physical system (or in whole the Universe) for which space features (in particular, a curvature) are strictly constant in

time too. However, the both modern physics and SEUT issue from the opposite concept. Hence, this state can only be accomplished approximately, moderately of a bit of the modern rate of a relative space curvature evolution. This rate has order 10^{-10} per year for the modern Universe.

N.A.Kozyrev [1] basing on astrophysical observations stated the common star radiation origin that has to be due to the time-energy transformation. Accordingly with the SEUT, the star mass and energy at rest relative increment is equal to the Universe age relative increment. It is interest, Sun mass relative lost due to the radiation consists in 10^{-15} per year, i.e. five orders less.

9. The Universe origin and closed geometry

The cosmological EF-model couldn't say anything on the Universe origin. On the contrary, the work [2] approach allows an obvious way to study the problem.

As it is noted in [7], the metrics of any sphere area having a non-zero density is perturbed relative to Euclidean one, its geometry agrees with 4D-sphere hypersurface geometry. For non-collapsing sphere its gravitation potential relief is like a very small "pit" that gravitation radius is much less than its geometric size. However, when the density rises, the metrics perturbs more and more, and the pit transforms to some kind of "crater". The crater is connected with the external surface by a narrow neck. Only this neck or its part is visible for an external observer, and the gravitation insurmountable barrier transmutes an object central area into "a lost world".

From the point of view of the external world, the central area presents a "black whole" absorbing irreversibly all the matter and radiation. On the other hand, for our Universe inhabitant the "navel-string" connecting with the external world has to seem a

spherical “white whole”, to which a matter and radiation are coming continuously (and, may be, carry out an information on the external world features). There is an old Russian fiction science book called “Sannikov Land”, where an internal gigantic trench concerning central small star is described. Our model seems to be like this picture.

Is it possible, we live in such black whole? My hypothesis answers affirmatively this question. The negative sign of the matter pressure due to continuously increasing our world size allows to such conclusion. And the Universe restraint can be physically explained by the way.

On the other hand, as I showed in [2], in spite of matter average density negligibly small, the Universe gravitation radius is more than its geometrical radius, hence, it presents a black whole. This condition accomplishment agrees the Universe restraint, the boundary absence in spite of its finite volume. Also, this fact confirms our assumption that the Universe energy at rest localisation area doesn't exceed the gravity operation area.

A specific model of star collapse is created in the modern General Relativity. In general, it can study in *three* different reference frames. As a rule, the “point mass” models are used. *First* model is linked with an external observer, *second* one accompanies a matter falling to the black whole. *Third* model presents an internal reference frame, i.e. an observer within collapsing object.

From point of view an external observer the matter falling time to the black whole is infinitely large. However, in an accompanying reference frame it is finite. Since in the accompanying reference frame time and space coordinates are expressed through the both types of external reference frame coordinates. What is more, in the internal reference frame the time and space coordinates quite trade places, the metrics tensor components are depending on time. Further, any matter point

history in this accompanying reference frame starts at the zero moment and finishes after same universal time period in a special (singular) point, after which nothing exists (“time barrier”).

As I believe, another lacing between internal and external collapse pictures is possible, if we will consider a non-point collapsing object. Nobody wonders now at a situation, when a time period can be finite in one reference frame and infinite in another one. Therefore, we can believe, unlimited black whole *collapse* in the external Super-Universe may seem to present unlimited *expansion* of our Universe observing inside. This expansion seems to *start* from a singular point, and the same point is the history end of all the matter of the external Super-Universe that fall to the black whole. I would like to note especially, it doesn't mean that internal time pass in opposite to external one. Faster, it is possible to state, time within a black whole pass ortogonally to external one.

BIBLIOGRAPHY

1. **N.A.Kozyrev.** *Selected works.* Leningrad, Leningrad State University Publishing, 1991 (in Russian).
2. **M.H.Shulman.** See for www.chronos.msu.ru (Russian version), *Project of the Laboratory-Chaire of Time as Phenomenon of the Expanding Universe*, 2002.
3. **U.S.Vladimirov.** *The Space-Time and Interaction Realational Theory. Part 2. The Physical Interaction Theory.* Moscow State University Publishing, 1998 (in Russian).
4. **A.S.Sharov, I.D.Novikoff.** *A man who discovered the Universe Bang. The Edvin Hubble Life and Labour.* Moscow, Nauka, 1989 (in Russian).
5. **A.Einstein.** *The Meaning of Relativity.* Princeton, 1953.

6. **S.Weinberg.** *The first three minutes. A modern View of the Origin of the Universe.* Basic Books, Inc. Publishers, New York, 1977.

7. **R.C.Tolman.** *Relativity, Thermodynamics and Cosmology.* Oxford, Clarendon Press, 1934.