

## Глава 2.

### НАБЛЮДАЕМАЯ ВСЕЛЕННАЯ — ФРАГМЕНТ ФРАКТАЛА “БЕСКОНЕЧНОСТЬ”

Вероятно, связь времени с тяготением очень глубокая, и изменение физических свойств времени может привести к изменению сил тяготения между телами.

*Козырев Н.А.*

#### §1. Современное описание структуры наблюдаемой Вселенной

В этом параграфе речь пойдёт о структуре наблюдаемой Вселенной, полученной на основе представлений, существующих в настоящее время в науке. Заглавная буква пишется в том случае, когда речь идёт о “нашей” (наблюдаемой) Вселенной, прописная применяется ко всем другим моделям. Ситуация аналогична с употреблением заглавной и прописной букв в слове “галактика”: заглавная буква используется только в том случае, когда речь идёт о Млечном Пути. Проблема построения космологических моделей относится к релятивистской<sup>1</sup> космологии, математической базой которой является пространство-время ОТО. В настоящее время космология занимается исследованием исключительно материального тела Вселенной как целого объекта, а также проблемой эволюции Вселенной, включающей процесс её зарождения и предполагаемый конец. Согласно одним сценариям, Вселенная существует в течение определённого срока, согласно другим — время её жизни не ограничено. Учёные, работающие в других разделах астрономии, с разных позиций изучают планеты, Солнце, звёзды, галактики и их скопления и сверхскопления. При этом в каждом разделе существуют разные направления, использующие собственные методы исследования. Так, небесная механика изучает исключительно движения небесных тел, в основном — планет Солнечной системы. Звёздная астрономия изучает динамику звёзд и занимается их подсчётом с помощью статистических методов (раздел, называемый *звёздная статистика*). В прошлом веке появилась астрофизика, особенно бурно развивающаяся в настоящее время. Обладая хорошей инструментальной базой, выведенной в космическое пространство, астрономы получают много информации о материальной структуре планет, звёзд и их скоплений, Млечного Пути и других галактик, а также их скоплений и сверхскоплений. Релятивистская астрофизика<sup>2</sup> и релятивистская космология относятся к самым молодым направлениям астрономии, где расчёты ведутся методами ОТО.

*Вселенная*, как это следует из её названия на русском языке — место, которое мы заселили, наш общий дом. Возникает неизбежный вопрос: кто построил для нас этот дом? Основных ответов два: 1) его создала внешняя сила, познание которой на данном этапе эволюции невозможно в рамках человеческого сознания; 2) Вселенная возникла сама по себе и дошла до современного состояния путём саморазвития (эволюции). Первый ответ существует с незапамятных времён, только внешние силы, создавшие наш мир, носят разные имена в зависимости от того, какие народы передают от поколения к поколению информацию о начале Вселенной и последующих этапах её развития. Эта информация содержится в мифах, сказках, легендах разных народов, в религиозной литературе. Второй ответ появился сравнительно недавно, если сравнить период возникновения философии материализма с продолжительностью времени эволюции человечества. Особенно пышным цветом этот ответ расцвёл в первой трети XX века: тогда появилась Общая Теория Относительности (ОТО), роль которой в космологии (науке о происхождении и развитии Вселенной) необходимо отметить особо. ОТО — не просто очередная теория, это *скачок (катастрофа* — на греческом) сознания современного человека на принципиально новый уровень, подразумевающий выход из трёхмерного пространства в пространство-время. При этом Время — не просто дополнительная координата, а активный участник мироздания. Время можно сравнить с океаном, в который мы все погружены.

1 Релятивистская космология (от английского “relative“ — *относительный*) базируется на методах вычислений, принятых в ОТО.

2 Релятивистская астрофизика изучает теорию строения звёзд и их эволюцию с использованием методов ОТО.

Эйнштейн создал свою теорию не на пустом месте. Само Время распорядилось таким образом, что нашлись люди, каждый из которых внёс свою лепту в строительство нового фундамента здания, состоящего из совокупности представлений об окружающем мире, в том числе, о структуре Вселенной. В науке эту совокупность называют *космологической моделью*. Модели Вселенной существуют с незапамятных времён, например, плоская земля, окружённая хрустальным небосводом с закреплёнными на нём звёздами, Солнцем и Луной. После создания ОТО учёные применили эту теорию в качестве математической базы *релятивистской космологии*. В настоящее время нерелятивистские модели, основанные, в частности, на ньютоновской теории тяготения, практически отсутствуют. Построение релятивистских моделей Вселенной осуществляется с помощью математического аппарата ОТО — римановой геометрии, разработанной немецким математиком Риманом на основе теории искривлённых поверхностей. Использовать риманову геометрию четырёхмерного пространства в качестве для описания пространственно-временного континуума предложил Эйнштейну Марсель Гроссман, один из участников дискуссий, которые вели в начале прошлого века творцы принципиально новых идей. Впоследствии Гроссман отошёл от участия в научных дискуссиях и стал школьным учителем. Однако в течении нескольких десятилетий учёные собирались на конференции по Теории Относительности имени Марселя Гроссмана.

В современной космологии Вселенная — *единичный* материальный объект, который когда-то возник (родился), развивается (живёт) по своим законам и в будущем придёт к своему естественному концу. В рамках этой концепции ничего не говорится об окружающем её пространстве — одинокая Вселенная живёт во Времени от момента зарождения до окончания существования её как целого объекта. Математическая база ОТО допускает существование множества различных моделей вселенных. Они могут быть как стационарными (не зависящими от времени), так и динамическими. В последнем случае трёхмерное пространство теоретически может расширяться, сжиматься, пульсировать. Из всего множества моделей в настоящее время лучше всего прижилась однородная изотропная Вселенная, возникшая в результате Большого Взрыва сгустка праматерии, обладающей чудовищной плотностью. Огромная (бесконечно большая!) величина плотности сгустка обусловлена тем, что, согласно расчётам, вся масса современной Вселенной в момент творения была сконцентрирована в одной “точке” — *первичной сингулярности*<sup>3</sup>. Вследствие взрыва, Вселенная начала расширяться сначала быстро, затем её расширение замедлилось и продолжается по инерции до сих пор. Для простоты расчётов было принято предположение о том, что пространство Вселенной однородно и изотропно<sup>4</sup>. Логическим обоснованием для принятия таких условий является представление о том, что пространство Вселенной огромно, поэтому галактики, их скопления и сверхскопления представляют собой крошечные пылинки и комочки, разбросанные в нём. В таком случае их присутствие не нарушает условия равноправия всех точек и направлений. В однородных изотропных моделях время течёт равномерно из прошлого в будущее, в котором Вселенная, скорее всего, скончается от холода — наступит её “тепловая смерть”. Гипотеза тепловой смерти Вселенной была выдвинута Р. Клаузиусом в 1865 году. Он распространил на всю Вселенную второе начало термодинамики, согласно которому любая физическая система, не обменивающаяся энергией с другими, стремится к наиболее вероятному равновесному состоянию, когда прекращаются все движения, в том числе и молекулярное. А именно это движение связывается с тепловой энергией: ведь согласно современной науке, теплота — это энергия “хаотического” движения молекул. В рамках представлений о Вселенной как об уединённом объекте эта гипотеза является вполне логичной. Однородная изотропная Вселенная расширяется в пространстве, теряя при этом энергию и не имея возможности её восполнить. Время существования Вселенной как единого объекта, а также её протяжённость рассчитываются учёными в рамках модели нестационарной однородной изотропной модели. Важно отметить, что в этом подходе считается, что время во Вселенной течёт равномерно, и так было всегда, кроме первых минут от “сотворения мира” в результате Большого Взрыва первичной сингулярности. Фактически учёные рассчитывают динамику Вселенной в рамках представления о Времени как о равномерно текущем процессе, который, как известно, является всего лишь отражением движения небесных светил, а не созидательной энергией,

3 Слово “сингулярность” (*особенность*) происходит от английского слова “singular” — *особенный, единственный в своём роде*.

4 Однородность — равноправие всех точек пространства, изотропия — равноправие всех направлений в нём.

проявляющейся буквально во всём.

Космологические модели строятся на основе предложенных Эйнштейном уравнений гравитационного поля (уравнений Эйнштейна), представляющих собой систему из 10 нелинейных уравнений гиперболического типа. Очевидно, такая сложная система в принципе имеет множество разных решений, поэтому для получения нужного класса решений необходимо задать начальные условия и сформулировать математические ограничения на поведение модели при заданных условиях. Эти ограничения должны базироваться на экспериментальных (наблюдательных) данных о Вселенной. Результатом решения уравнений при заданных условиях является четырёхмерная метрика, описывающая геометрию исследуемого пространства-времени. С начальными условиями дело сложнее, так как при их задании неизбежно возникает проблема определения *начального момента*, точнее, движущей силы, создавшей наш мир. Начиная с 20-х годов прошлого века и по сей день официальной теорией происхождения Вселенной считается теория Большого Взрыва начальной праматерии, обладающей чудовищной плотностью и названной *первоначальной сингулярностью*. Иными словами, вся материя будущей Вселенной была сконцентрирована в чрезвычайно малом объёме, что и обусловило её сверхплотное состояние. С той поры и по настоящее время пространство Вселенной расширяется по инерции, вызванной первоначальным взрывом. Это модель названа *инфляционной* (от слова “инфляция” — *раздувание*). Расширение пространства Вселенной связывается с его деформацией, следовательно инфляция в данном случае обусловлена деформацией пространства. Теория Большого Взрыва покоится на трёх китах: 1) теория нестационарной Вселенной Александра Фридмана; 2) теория горячей Вселенной Георгия Гамова; 3) смещение спектральных линий в спектрах далёких галактик в красную сторону, измеренное Эдвином Хабблом. Вкратце о каждом из китов.

Большую роль в становлении релятивистской космологии сыграл советский математик Александр Фридман — создатель первого кита и непосредственно связанного с ним третьего. Он живо интересовался проблемами теории относительности, переписывался с Эйнштейном по некоторым вопросам. В частности, между Эйнштейном и Фридманом возник спор по поводу возможности существования нестационарной модели Вселенной. Эйнштейн утверждал, что нестационарных решений уравнений поля, пригодных для описания Вселенной, не существует. В ответ на это в 1922 и 1924 годах Фридман опубликовал целый класс нестационарных решений полевых уравнений, полученных в предположении, что пространство Вселенной является однородным и изотропным. Общий вид метрики однородной изотропной модели:

$$ds^2 = c^2 dt^2 - [R^2(d\zeta^2 + d\eta^2 + d\xi^2)]/[1 + (k/4)(\zeta^2 + \eta^2 + \xi^2)], k = 0; \pm 1 [14], \quad (1.1)$$

где  $\zeta, \eta, \xi$  — однородные координаты,  $R = R(t)$  — радиальная функция (“радиус Вселенной”). С точки зрения формальных математических вычислений Фридман был прав, и Эйнштейн впоследствии признал это. Более того, сам Фридман не раз утверждал, что его дело — получить математические уравнения, а физики вольны с ними делать, что захотят. В настоящее время этот класс решений называется *фридмановскими моделями*. Они описывают монотонно расширяющиеся, монотонно сжимающиеся и осциллирующие вселенные. Рассматриваются модели как заполненные веществом, так и пустые. Трёхмерное пространство в них обладает постоянной кривизной, которая может быть: 1) положительной; 2) отрицательной; 3) нулевой. В первом случае пространство обладает конечным объёмом подобно трёхмерной сфере: такая модель называется *закрытой*. Её пространство может расширяться неограниченно долго, либо расширение продолжается до определённого предела, а затем пространство вновь сжимается в первоначальную сингулярность (осциллирующая модель). Во втором случае трёхмерное пространство подобно гиперboloиду: его объём бесконечен, а расширение продолжается неограниченно долго. В третьем случае пространство является плоским (евклидовым). Оно бесконечно во всех направлениях, и расширяться будет также неограниченно долго. Кривизна плоского пространства  $C$  равна нулю, следовательно радиус его кривизны  $a = 1/\sqrt{C}$  является бесконечно большим. Для наглядности трёхмерное плоское пространство можно представить как трёхмерную сферу бесконечно большого радиуса. Вторая и третья модели являются *открытыми*. Эйнштейн признал математическую корректность этих решений. Нестационарный характер решений Фридмана даёт теоретическую возможность исследовать вопрос о начале и конце Вселенной. Действительно, если экстраполировать в прошлое расширяющуюся модель, то можно вычислить время существования Вселенной. Если

экстраполировать в будущее сжимающуюся модель, можно узнать дату “конца Вселенной”. Соответственно, осциллирующая модель оптимистично указывает на то, что вслед за концом Вселенной будет и новый цикл её развития. Однако все эти расчёты проводятся при условии, что время всегда и везде течёт равномерно, что заложено в самой структуре модели<sup>5</sup>.

Вопрос о том, какую из фридмановских моделей применить для описания наблюдаемой Вселенной, решился благодаря наблюдательным данным, полученным вначале бельгийским учёным Жоржем Леметром в 1927 году, а затем американским астрономом Эдвином Хабблом в 1929 году. Исследуя движения галактик, оба учёных пришли к выводу, что галактики как бы “убегают” от нас со скоростью, прямо пропорциональной расстоянию от наблюдателя (от Земли). Закон Хаббла имеет вид:  $v = H_0 r$ , где  $v$  — скорость удаления галактик,  $H_0$  — коэффициент пропорциональности, названный *постоянная Хаббла*,  $r$  — расстояние до галактики. В настоящее время величина  $1/H_0$  применяется для приблизительной оценки возраста Вселенной. Результат с точностью до численного множителя порядка единицы совпадает с возрастом, рассчитываемым в рамках фридмановской модели. Вывод был основан на данных, свидетельствующих о том, что линии в спектрах далёких галактик были смещены в сторону более низких частот. При этом, чем дальше от нас галактика, тем сильнее *красное смещение*. Теоретики космологии сразу же объяснили это явление *эффектом Доплера*. Он состоит в том, что если источник излучения удаляется от нас, то волновой фронт расширяется, и наблюдаемый объект кажется более красным, чем неподвижный относительно луча зрения (например, движущийся перпендикулярно по отношению к нему). Если же источник приближается к наблюдателю, то, соответственно, линии в спектре смещены в сторону более высоких частот, поэтому источник выглядит более фиолетовым, чем неподвижный. Получилось, что чем дальше галактика, тем быстрее она от нас удаляется. Учёные сразу же сделали вывод: пространство Вселенной расширяется со скоростью, прямо пропорциональной расстоянию от Земли (как от “центра Вселенной”), а красное смещение в спектрах галактик они объясняли исключительно растяжением (деформацией) пространства Вселенной. Если красное смещение для отдельных объектов оказывается большим, чем следует из закона Хаббла, оно немедленно объясняется либо ускоренным расширением, либо наличием гипотетической “тёмной материи”. Другие объяснения (гравитационное смещение, старение фотонов) оказались несостоятельными, так как эти эффекты не могли вызывать такие большие смещения, которые были получены для некоторых объектов. А объяснение эффекта красного смещения расширением пространства было чрезвычайно удобно, так как позволяло в качестве исходной использовать фридмановскую модель расширяющейся Вселенной: рассчитывать в её рамках легко, так как время в ней течёт равномерно, а гравитация и вращение, существенно усложняющие расчёты, отсутствуют. Теперь наиболее универсальная нестационарная модель, называемая вселенной Фридмана-Леметра-Робертсона-Уокера, является приоритетной в космологии. При этом космологи ссылаются на закон Хаббла как на неопровержимое доказательство расширения пространства Вселенной. Заметим, что сам Хаббл не утверждал, что разбегание галактик есть прямое доказательство расширения пространства Вселенной. Так, незадолго до своей смерти Хаббл говорил, что следует искать другие пути объяснения его закона.

Итак, уже почти целый век в космологии господствует фридмановская модель расширяющейся Вселенной как наиболее простая и удобная для вычислений. Однако за этой простотой скрываются серьёзные проблемы. Общеизвестно, что гравитационное взаимодействие является универсальным во Вселенной, следовательно, **оно должно существовать во всём её пространстве**. Но во всех фридмановских моделях (расширяющихся, сжимающихся, осциллирующих) 3-пространство только деформируется, но не вращается и в нём отсутствует гравитационное поле. Поэтому время в этих моделях течёт равномерно<sup>6</sup>. Фридмановские модели можно использовать для описания ранней Вселенной во времена, когда гравитация как универсальная сила, обеспечивающая порядок в мире космических тел, ещё не сформировалась, а сами тела ещё не обладали структурой, называемой теперь *физическим телом*. Но на данном этапе эволюции Вселенной, когда гравитация

5 В невращающихся фридмановских моделях временная компонента метрики  $g_{00} = 1$ , т. е. время для наблюдателя течёт равномерно.

6 Интервал наблюдаемого времени в невращающейся системе отсчёта  $d\tau = (1 - w/c^2)dt$ , где  $w = c^2[1 - (g_{00})^{1/2}]$  — трёхмерный гравитационный потенциал,  $dt$  — интервал идеального (равномерно текущего) времени [11]. Если  $w = 0$ , то  $d\tau = dt$  (наблюдаемое время течёт равномерно).

существует как реальная сила, управляющая движениями космических структур разного масштаба, необходимо использовать модели, учитывающие воздействие гравитационного поля Вселенной.

Немного о втором ките. Теория расширяющейся Вселенной близко соприкасается с теорией горячей Вселенной Георгия Гамова, предложенной им в 1947 году. В соответствии с теорией Гамова, наша Вселенная (по крайней мере, её наблюдаемая часть) возникла в результате взрыва сгустка первоначальной сингулярности: всё время будущего и вся его материя были сжаты в маленьком объёме, который по некоторым причинам взорвался. Фрагменты первоначального сгустка трансформировались, образуя в результате взаимодействий разные структуры, что могло привести к образованию современной материи, а наблюдаемое красное смещение (третий кит) есть следствие расширения пространства, обусловленное начальным расширением, вызванным взрывом. В 1950-е годы произошло объединение теории Гамова с математическим фундаментом, заложенным Фридманом, что дало релятивистской космологии мощный импульс развития. Иными словами, из всего класса моделей Фридмана предпочтение было оказано Вселенной, родившейся в результате Большого Взрыва первоначальной сингулярной структуры, и с тех пор расширяющейся по инерции.

Третий кит возник как побочный результат проблемы определения протяжённости пространства основанной на результатах измерений расстояний до галактик, начатых астрономом Хабблом в 10 – 20-е годы прошлого века и продолжающихся в настоящее время. Хаббл оценивал расстояния до удалённых галактик по их яркости. Он предполагал, что яркость галактик убывает по мере удаления от наблюдателя. Поскольку это правило применялось к огромному количеству галактик, то, в соответствии с законами статистики, полученные результаты можно считать вполне удовлетворительными. Было установлено предельное расстояние, примерно составляющее  $10^{28}$  см, которое и было принято за радиус Вселенной. Таким образом, наблюдательные данные Хаббла вполне можно трактовать в пользу существования сферической модели Вселенной. Сотрудники, работающие под руководством Хаббла, исследовали спектры звёзд в галактиках, когда это было возможно. (Очевидно, что в очень удалённых галактиках отдельные звёзды изучать невозможно). Они установили, что спектральные линии звёзд смещены в сторону более низких частот (*красное смещение*). Напомним, эффект красного смещения имеет место, когда источник света удаляется от наблюдателя. В результате было установлено, что, начиная с некоторого расстояния, галактики “удаляются” от наблюдателя со скоростью, пропорциональной расстоянию от него. Слово *удаляются* взято в кавычки потому, что в принципе эффект красного смещения может иметь и другое объяснение, о чём будет сказано ниже. Необходимо также отметить, что результатом измерений Хаббла является эмпирическая формула  $H_0 = c/a$ , где  $H_0$  — постоянная Хаббла,  $c$  — скорость света,  $a$  — предельный радиус наблюдаемой части Вселенной. Согласно современным данным,  $H_0 = (2,3 \pm 0,3) 10^{-18} \text{сек}^{-1}$ , откуда легко найти величину  $a = 1,3 \times 10^{28}$  см. Формула Хаббла определяет предельно возможное расстояние (*горизонт Вселенной*), при котором скорость “удаления” галактик становится равной скорости света. Дополнительным аргументом в пользу этой концепции послужила интерпретация формулы Хаббла  $c = aH_0$ . Поскольку  $H_0$  имеет размерность частоты  $\text{сек}^{-1}$ , обратная ей величина  $T = 1/H_0$  имеет размерность времени. Она была названа *временем существования* наблюдаемой части Вселенной. Тогда формула Хаббла принимает вид  $a = cT$ . Эту формулу космологи интерпретируют как выражение для предельного радиуса наблюдаемой Вселенной: величина  $a$  равна расстоянию, которое свет проходит за время  $T$ , равное длительности существования Вселенной от момента Большого Взрыва. Легко вычислить, что  $T = 17,6 \times 10^{17}$  сек. Учитывая, что астрономический год содержит 365,25 астрономических суток, а в сутках 86400 секунд, мы легко находим, что с момента рождения Вселенной (Большого Взрыва) прошло время  $T = 14$  млрд лет. Поскольку в настоящее время неизвестны скорости, превышающие  $c$ , расстояние  $a$  получило название *космический горизонт*.

В 1931 году Ф. Цвикки предложил объяснение покраснение излучаемого света эффектом старения фотонов. Он полагал, что фотоны, испускаемые удалёнными объектами, теряют энергию по пути следования от объекта к наблюдателю вследствие их взаимодействия с межгалактической средой. Потеря энергии проявляется как уменьшение частоты света, так как энергия фотона прямо пропорциональна его частоте. В 1934 году советский учёный Матвей Бронштейн доказал, что в этом случае звёзды выглядели бы не как точки, а как размытые туманные пятна. С тех пор объяснение Цвикки фигурирует как просто факт в истории становления релятивистской космологии. Уменьшение частоты фотонов объяснялось также

взаимодействием света с межгалактическими гравитационными полями, что могло привести к потере его энергии, следовательно, к покраснению (гравитационное смещение). Однако это объяснение также просуществовало недолго, так как учёным показалось наиболее удобным объяснение красного смещения эффектом Доплера. Этот вариант впоследствии вошёл во все учебники как единственно верный, несмотря на то, что Хаббл возражал против такого объяснения до последних лет жизни. Он писал: “Я верю в то, что теория пространства-времени в будущем найдёт другое объяснение красного смещения, отличное от эффекта Доплера, возникающего в расширяющейся Вселенной”.

Теория Большого Взрыва с последующим расширением пространства позволяет найти время существования Вселенной и её предельный радиус. Однако эта концепция не позволяет вычислить массу Вселенной, что не даёт возможность дать теоретическую оценку величине плотности. Кроме того, все фридмановские решения содержат неизвестную функцию времени  $R(t)$ , изменение которой со временем характеризует деформацию пространства Вселенной. Отсутствие конкретного выражения для этой функции не позволяет в свою очередь определить геометрию Вселенной, в частности, узнать, каков знак кривизны пространства Вселенной: положительный или отрицательный? Или же её пространство вообще является плоским, что также допустимо в классе этих моделей. Иными словами, для некоторых космологов теория расширяющейся Вселенной перестаёт быть непреложной истиной хотя бы потому, что, во-первых, не решает проблему возникновения начальной сингулярности; во-вторых, рассматривает Вселенную как уникальный феномен, непонятно как связанный с пространством, окружающим взявшуюся ниоткуда сингулярность; в-третьих, непонятно, по какой причине наша планета оказалась “центром Вселенной”.

В последнее время в космологии наметилась новая тенденция — учёные всерьёз заинтересовались вопросом: “Что было до Начала Вселенной?”, т. е. до Большого Взрыва. К ним относится известный физик-теоретик, профессор Оксфорда, Роджер Пенроуз. Он обратил внимание на результаты исследований учёного из Армении Вахе Гурзадяна (Ереванский институт физики). Гурзадян исследовал карты температурных колебаний микроволнового фонового излучения (МФИ), обнаруженного Пензиасом и Уилсоном в 1965 году. Карты получены на основании данных, полученных в течение 7 лет с помощью космического зонда WMAP, запущенного NASA. Это излучение, существующее всюду во Вселенной, вызвано фотонами микроволнового диапазона. Сторонники теории Большого Взрыва, опираясь на теорию горячей Вселенной Гамова, утверждают, что оно возникло вскоре после Большого Взрыва, в силу чего называют его *реликтовым*. Считается, что МФИ хранит в себе информацию о физическом состоянии Вселенной, начиная с раннего периода её существования по настоящее время. В силу этого предположения, в картах температурных колебаний МФИ должна отразиться эволюция Вселенной от древнейших времён до настоящего этапа. Пенроуз и Гурзадян обнаружили на этих картах наличие структуры, состоящей из концентрических кругов, где диапазон температур меньше, чем вне их. Пенроуз и Гурзадян выложили свои результаты на сайт бесплатных приложений ArXiv.org в виде статьи, в которой они изложили свои взгляды на эволюцию Вселенной. Учёные предположили, что Вселенная развивается циклически, и каждый круг характеризует конец предыдущей Вселенной, который одновременно есть начало новой Вселенной. И этот процесс может длиться бесконечно. Одним из этапов этого цикла является и наша Вселенная. Причиной смены Вселенных является процесс образования чёрных дыр (согласно современной науке — это объекты с чудовищной плотностью, образовавшиеся в результате сжатия массивных тел).

Известные космологи Андрей Линде (Стэнфордский Университет, США) и Александр Виленкин (Университет Тафтса, Бостон, США) высказали идею ветвящейся Вселенной: в этом подходе одна Вселенная вырастает из другой подобно мыльному пузырю. (Очень напоминает фрактальную структуру!) В общем, идей много, в том числе и таких экзотических: согласно одной из них, наличие потока удалённых галактик порядка 1400 единиц со скоростью 1000 км/сек объясняется тем, что они притягиваются чёрной дырой, существующей в параллельной Вселенной. Все приведённые факты свидетельствуют о приближении нового этапа изучения Вселенной, который неизбежно приведёт к смене существующих парадигм. Эта смена обусловлена постоянным притоком новых наблюдательных данных, поставляемых приборами, установленными на разноудалённых от Земли космических аппаратах. Однако новое строится не на пустом месте, а с учётом более ранних представлений об изучаемом предмете. Новое знание не должно категорически отрицать всё сказанное о предмете ранее: ведь учёные имели

основания для создания определённой научной картины мира, продиктованные их Временем (участок пролёта планеты в Галактике). На следующем участке Время проявит новые факторы, которые послужат основаниями для нового взгляда на Мир. Поэтому необходимо взглянуть на устоявшуюся научную картину Мира новым взглядом, но не отрицая всё сделанное раньше. В новых гипотезах присутствуют такие понятия, как *чёрная дыра*, *тёмная энергия*, *тёмная материя*. И для того, чтобы эти понятия вошли в новую, пока не созданную космологическую концепцию, необходимо детально рассмотреть их в рамках классической теории пространства-времени — ОТО. Ведь именно эта теория на данном этапе является математической базой для построения космологических моделей. Но вначале следует обратить пристальное внимание на очень крупный “обломок” прошлых представлений о структуре наблюдаемой Вселенной — стационарной модели де Ситтера. Это тем более важно потому, что полузабытый “обломок” был предложен в качестве модели стационарной Вселенной самим Эйнштейном.

## §2. Гравитационное отталкивание как причина красного смещения

Эйнштейн предположил, что Вселенная изначально является статической (не зависящей от времени), не акцентируя внимания на том, каким образом она возникла. В качестве конкретной модели он избрал пространство постоянной кривизны де Ситтера, полученное в 1917 году голландским астрономом Виллемом де Ситтером, специально изучившим математический аппарат новейшей тогда теории пространства-времени — риманову геометрию. В общем случае пространство де Ситтера — это максимально симметричное односвязное  $n$ -мерное риманово пространство постоянной кривизны, которая может быть как положительной, так и отрицательной. Простейший пример 3-пространства с положительной кривизной — поверхность сферы, с отрицательной — поверхность гиперboloида. В применении к ОТО пространство-время де Ситтера с положительной кривизной можно условно представить как последовательность трёхмерных сфер, расположенных вдоль оси времени: каждому моменту соответствует своя сфера (статическое трёхмерное пространство). Соответственно, пространство-время де Ситтера с отрицательной кривизной — это последовательность трёхмерных гиперboloидов, расположенных вдоль оси времени. Геометрическая структура пространства-времени де Ситтера удовлетворяет уравнениям поля ОТО, включающим космологическую постоянную  $\lambda$ , называемую также *эйштейновской постоянной*. Согласно Эйнштейну,  $\lambda$ -поле характеризует присутствие неньютоновских гравитационных сил космологического масштаба, связанных с глубинными свойствами самой Вселенной. Если  $\lambda$  положительна, то во Вселенной существует сила отталкивания, а четырёхмерное пространство (пространство-время) обладает положительной кривизной. Если  $\lambda$  отрицательна, то неньютоновская сила есть сила притяжения, а пространство-время обладает отрицательной кривизной. Космологическая константа имеет размерность кривизны  $1/\text{см}^2$ , поэтому величина  $1/\sqrt{\lambda}$  имеет размерность длины и характеризуется как радиус кривизны пространства-времени де Ситтера. Эйнштейн полагал, что величина  $\lambda$  должна быть порядка  $10^{-56} 1/\text{см}^2$ . При  $\lambda > 0$  радиус кривизны является вещественным, а пространство-время — эллиптическим (закрытая модель). При  $\lambda < 0$  радиус кривизны является мнимым, а пространство-время — гиперболическим (открытая модель). Теоретически оба знака равноправны. Но практически выбор знака  $\lambda$  должен быть связан с результатами астрономических наблюдений, касающихся исследования пространственного распределения галактик, например, методом триангуляции. Измерения образованных галактиками треугольников в разных направлениях позволило бы прояснить вопрос о знаке четырёхмерной кривизны, следовательно, о знаке неньютоновской силы: в евклидовом пространстве сумма углов треугольника равна  $180^\circ$ , в эллиптическом она больше, а в гиперболическом меньше этой величины. Однако вопрос о знаке кривизны до настоящего времени остаётся открытым. Некоторые современные космологи связывают  $\lambda$ -поле с наличием физического вакуума, заполняющего пространство Вселенной. Он представляет собой невязкую (идеальную) среду, в которой поток энергии отсутствует, а плотность и давление являются постоянными. При  $\lambda > 0$  плотность вакуума  $\rho$  является положительной, а его давление  $p$  отрицательным; при  $\lambda < 0$ , соответственно, плотность вакуума отрицательна, а давление положительно. Плотность вакуума  $\rho_0$  и его давление  $p$  связаны соотношением  $p = -\rho_0 c^2$ ,  $\rho_0 = \text{const}$ , описывающим материю в состоянии *инфляции* (от англ. “inflation” — *раздувание*) [19, 20]. При  $\lambda = 0$  физический вакуум отсутствует.

Поскольку плотность вещества принято считать положительной, в дальнейшем будем рассматривать эллиптическую модель де Ситтера с  $\lambda > 0$ . Исследуем физические свойства её пространства-времени. Его метрика имеет вид:

$$ds^2 = (1 - \lambda r^2/3)c^2 dt^2 - dr^2/(1 - \lambda r^2/3) - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2), \quad (2.1)$$

где  $r$  — радиальная координата,  $\theta$ ,  $\varphi$  — сферические координаты. Трёхмерное пространство де Ситтера не вращается, так как все величины  $g_{0i} = 0$ , и не деформируется, так как трёхмерная наблюдаемая метрика  $h_{ik} = -g_{ik}$  не зависит от времени, но обладает гравитационным полем. Трёхмерный гравитационный потенциал  $w = c^2[1 - (1 - \lambda r^2/3)^{1/2}]$  [11]. Интервал наблюдаемого времени в рассматриваемой модели имеет вид:  $dt = (1 - \lambda r^2/3)^{1/2} dt$ , где  $t$  — идеальное (эфмеридное) время,  $r$  — расстояние от наблюдателя до наблюдаемого объекта. Отсюда видно, что темп времени замедляется по мере роста радиальной координаты  $r$ , т. е. при наблюдениях всё более отдалённых источников. При  $r = (3/\lambda)^{1/2}$  величина  $dt = 0$ : время для наблюдателя останавливается. поэтому время Вселенной для наблюдателя течёт неравномерно. Вектор гравитационно-инерциальной силы  $F^1 = h^{11}[c^2/(c^2 - w)](\partial w/\partial r) = c^2\lambda r/3 > 0$  [11, 19, 20] в пространстве де Ситтера связан с космологической константой  $\lambda > 0$ , раздувающей сферу. Пространство де Ситтера (пузырь) заполнено материей особого типа: она удовлетворяет уравнению состояния  $p = -\rho_0 c^2$ , которое описывает материю в состоянии *инфляции* и поэтому называется *инфляционным уравнением*. При постоянной положительной плотности  $\rho_0$  давление  $p$  отрицательно и также является постоянным. Пространство-время де Ситтера удовлетворяет полевым уравнениям, правая часть которых описывает однородную материю с тензором энергии-импульса  $T_{\alpha\beta} = (\lambda/\kappa)g_{\alpha\beta}$ , где  $\kappa = 8\pi G/c^2$  — постоянная Эйнштейна,  $G$  — гравитационная постоянная Ньютона,  $c$  — скорость света. Его наблюдаемыми компонентами являются плотность  $\rho_0 = T_{00}/(g_{00})^{1/2} = \lambda/\kappa$  и давление  $p = c^2 T^k = -\lambda c^2/\kappa$ , поток энергии  $q^i = c^3 T_0^i/(g_{00})^{1/2} = 0$ . Эта однородная изотропная материя, заполняющая пространство де Ситтера, и есть **физический вакуум в состоянии инфляции**, или  **$\lambda$ -вакуум**. Очевидно, что наличие подобной среды влияет на явления, происходящие во Вселенной, что неминуемо должно проявиться в результатах наблюдений за удалёнными объектами. Таким образом, мир де Ситтера — это четырёхмерная сфера вещественного радиуса, равного предельному наблюдаемому расстоянию (*космический горизонт*), численное значение которого будет получено в следующем параграфе. Сфера не расширяется, несмотря на наличие отрицательного давления, и не сжимается, несмотря на наличие положительной плотности, а находится в равновесии. Существующая в ней гравитационная сила является чисто инерциальной неньютоновской силой отталкивания, прямо пропорциональной расстоянию от наблюдателя. Трёхмерное пространство обладает постоянной положительной кривизной  $C = 2\lambda$ .

Таким образом, в космологии существуют два основных подхода к описанию наблюдаемой Вселенной: 1) стационарная модель де Ситтера, предложенная Эйнштейном; 2) нестационарная (расширяющаяся в результате Большого Взрыва) модель, основанная на работах Фридмана, Хаббла и Гамова. Очевидно, что при выборе расчётной модели следует опираться на результаты астрономических измерений расстояний до галактик, которые для большей точности следует измерять разными методами. Наиболее распространёнными являются определения расстояний до галактик путём измерений красного смещения в их спектрах (метод Хаббла), а также метод “стандартных свечей”, роль которых играют объекты, светимость которых известна. Таковыми являются сверхновые звёзды типа  $Ia^7$ , поскольку их светимость строго зависит от расстояния от наблюдателя, что позволяет определять расстояния до них. Дело в том, что эти звёзды обладают очень плотной однородной массой, так как возникли в результате взрывов белых карликов<sup>8</sup>. Их видимые звёздные величины зависят прежде всего от расстояния до наблюдателя. Такие звёзды имеются во всех галактиках, поэтому можно сравнивать расстояния, измеренные методом “стандартных свеч”, с результатами измерений красного смещения. В процессе наблюдения в 1990-х годах за сверхновыми звёздами типа  $Ia$  было установлено, что яркость этих звёзд в удалённых галактиках, измеренная методом “стандартных свеч”, оказалась меньше, чем хаббловская (измеренная методом определения красного смещения), т. е. расстояния до галактик оказались большими, чем в соответствии с

7 Сверхновые — звёзды, взрывающиеся на определённом этапе своей эволюции.

8 Белые карлики — звёзды с массой порядка солнечной, сжимающиеся на определённом этапе своей эволюции до размеров Земли.

законом Хаббла.

Учёными был сделан вывод: Вселенная расширяется с ускорением, а причина этого явления — наличие во Вселенной гипотетической *тёмной энергии*. О ней известно, что она очень равномерно распределена, имеет чрезвычайно низкую плотность и не взаимодействует с обычной материей посредством известных фундаментальных взаимодействий. Таким образом, понятие тёмной энергии в современной космологии появилось как объяснение экспериментального факта, проявляющегося в нарушении закона Хаббла для наиболее удалённых объектов, расположенных недалеко от горизонта событий. В современной космологии приняты два объяснения тёмной энергии (ТЭ): 1) ТЭ обусловлена наличием плотности вакуума (ненулевая энергия вакуума), источником которого является  $\lambda$ -поле; 2) ТЭ — динамическое поле, энергетическая плотность которого меняется в пространстве-времени. Из вышесказанного следует, что в пространстве де Ситтера справедливы оба объяснения, так как они взаимосвязаны. Действительно,  $\lambda$ -вакуум обладает ненулевой плотностью, а динамическое поле (сила  $F^1$ ) зависит от расстояния от наблюдателя. Таким образом, “тёмная сила” отталкивания, ответственная за инфляцию, есть просто физически наблюдаемая величина — неньютоновская гравитационно-инерциальная сила. Хотя в настоящее время всё ещё господствует динамическая теория расширяющейся Вселенной, тем не стационарная Вселенная де Ситтера с действующей в ней силой отталкивания, заполненная инфляционным физическим вакуумом с положительной плотностью и отрицательным давлением, вполне может служить современной космологической моделью. Именно неравномерностью течения времени для разноудалённых от наблюдателя объектов можно объяснить наблюдаемый астрономами эффект, названный “разбегание галактик”.

Выше было сказано, что стационарная модель Вселенной де Ситтера была отклонена в пользу расширяющейся модели Фридмана, в которой закон Хаббла трактуется как следствие расширения пространства Вселенной. При этом строгий расчёт изменения длины волны (частоты) света не производился, а делались лишь качественные оценки в предположении, что закон Хаббла обусловлен эффектом Доплера, вызванным расширением пространства. В действительности, в ОТО существует строгая теория, позволяющая рассчитать изменение частоты источников света, определяемое физическими и геометрическими свойствами пространства-времени: его ускорением, вращением, деформацией 3-пространства и криволинейным характером трёхмерных траекторий световых лучей. Известно, что свободные (не связанные никакими силами, кроме гравитационных) частицы движутся вдоль *геодезических линий*, являющихся наикратчайшими путями, соединяющими две точки. В плоском пространстве-времени — это прямые линии, в искривлённом они направлены вдоль кратчайших пространственно-временных (мировых) линий, соединяющих два *события* — четырёхмерные точки в исследуемом пространстве-времени. Геодезические линии частиц вещества, обладающих ненулевой массой покоя, называются *неизотропными*. Для них четырёхмерные расстояния между соседними точками являются вещественными, а сами частицы движутся вдоль геодезических с досветовыми скоростями внутри светового конуса. Светоподобные частицы распространяются со скоростью света вдоль образующих конуса (*изотропных* геодезических). Общековариантные уравнения изотропных геодезических имеют вид:

$$d^2x^\alpha/d\sigma^2 + \Gamma_{\mu\nu}^\alpha (dx^\mu/d\sigma)(dx^\nu/d\sigma) = 0, \alpha = 0, 1, 2, 3, \quad (2.2)$$

где  $d\sigma = cd\tau$  — элемент трёхмерной длины вдоль луча,  $\Gamma_{\mu\nu}^\alpha$  — символы Кристоффеля (коэффициенты связности) записаны в форме, применимой в любой системе отсчёта, но эта форма не позволяет определить физические характеристики фотонов, в частности, частоту. Дело в том, что общековариантные уравнения геодезических (2.2) носят чисто кинематический характер: они записаны относительно кинематического вектора четырёхмерной скорости  $dx^\alpha/d\sigma$ , поэтому из них можно получить только форму траекторий световых лучей, но не частоту фотонов. Проблему изменения частоты света в стационарной модели де Ситтера, как и в любом другом пространстве-времени ОТО, можно решить точно с помощью уравнений изотропных геодезических, записанных на языке физических наблюдаемых (хронометрических инвариантов), т. е. в системе отсчёта наблюдателя.

Зельманов получил систему динамических уравнений светоподобных (изотропных) геодезических, позволяющих найти не только форму траекторий, но и зависимость

наблюдаемой частоты фотона от физических характеристик исследуемого пространства: деформации и гравитационно-инерциальной силы [12]. Эти уравнения описывают поведение четырёхмерного волнового вектора  $K^\alpha = \omega(dx^\alpha/d\sigma)$ , наблюдаемыми компонентами которого являются наблюдаемые циклическая частота излучения  $\omega = K_0/(g_{00})^{1/2}$  и пространственный вектор  $K^i = dx^i/d\sigma$ . Уравнения изотропных геодезических в терминах физических наблюдаемых имеют вид:

$$(1/\omega)(d\omega/d\sigma) + (1/c^2)D_{ik}\alpha^i\alpha^k - (1/c^2)F_i\alpha^i = 0, \quad (2.3)$$

$$(1/\omega)d(\omega\alpha^k)/d\sigma + \Delta_{ij}^k\alpha^i\alpha^k + (2/c)(D_i^k + A_i^k)\alpha^i = 0, \quad (2.4)$$

где  $\omega$  — наблюдаемая циклическая частота,  $D_{ik}$  — тензор скоростей деформации,  $F_i$  — вектор гравитационно-инерциальной силы,  $\alpha^i = dx^i/d\sigma$ ,  $\Delta_{ij}^k$  — хронометрически инвариантные символы Кристоффеля,  $A_{ik}$  — тензор угловой скорости вращения пространства [12]. Наблюдаемая частота  $\omega$  в общем случае зависит от обеих упомянутых характеристик и остаётся постоянной в недеформирующемся негравитирующем пространстве. Подставляя в (2.3 – 2.4) вычисленные для метрики (2.1) значения силы  $F_1 = c^2\lambda r/3(1 - c^2\lambda r/3)$ , находим, что в стационарном гравитирующем пространстве де Ситтера частота фотона в точке излучения  $\omega_{em}$  связана с частотой фотона в точке наблюдения  $\omega_{obs}$  соотношением  $\omega_{em} = \omega_{obs}/(1 - \lambda r^2/3)^{1/2}$ . Это означает, что в точке наблюдения  $\omega_{obs} < \omega_{em}$ , т. е. объект выглядит более “красным”, чем должен быть согласно вычислениям. Тогда относительная разность частот в месте излучения и месте приёма  $z = (\omega_{obs} - \omega_{em})/\omega_{em} < 0$ , т. е. имеет место **красное смещение** спектральных линий удалённых объектов. Иными словами, по мере распространения в пространстве де Ситтера свет “краснеет”. Если  $z > 0$ , то частота света смещается в фиолетовую сторону: наблюдаемый объект выглядит более фиолетовым. В пространстве-времени де Ситтера  $z < 0$ , т. е. имеет место **красное смещение**. Только оно не является следствием расширения пространства Вселенной, которое в данном случае стационарно: красное смещение здесь обусловлено воздействием на фотоны гравитационно-инерциальной силы отталкивания, существующей в пространстве де Ситтера, и вызванной неравномерностью хода вселенского времени с точки зрения наблюдателя, находящегося на Земле. Из точных решений уравнений движения фотонов в пространстве-времени де Ситтера (уравнений изотропных геодезических) следует, что наблюдаемое значение частоты фотона  $\omega_{obs} \rightarrow \infty$  при неограниченном увеличении  $r$  [24]. В следующем разделе будет показано, при каком условии можно получить точное выражение расстояния до горизонта событий. Таким образом, наблюдаемое “ускоренное расширение” пространства Вселенной есть не что иное, как искажение волнового фронта, проявляющееся в данном случае как неограниченное увеличение частоты фотонов в спектрах удалённых галактик: чем дальше от нас наблюдаемая галактика, тем сильнее эффект покраснения фотонов. Учёные предполагают, что пространство Вселенной расширяется с ускорением в рамках нестационарной фридмановской космологии. Однако эффект красного смещения легко объясняется в рамках стационарной модели де Ситтера наличием сил отталкивания. Для земного наблюдателя это выглядит как усиление эффекта красного смещения по степени удаления источника от Земли.

Итак, эффект красного в рамках теории стационарной Вселенной де Ситтера объясняется воздействием гравитационной силы отталкивания на частоты наблюдаемых фотонов. Величина смещения частоты фотонов асимптотически возрастает для объектов, расположенных вблизи горизонта событий. Это позволяет объяснить мнимое “ускорение расширения” для удалённых источников. Однако модель де Ситтера представляет собой просто математическое построение, структура которого удовлетворяет уравнениям поля ОТО, включающим космологическую постоянную. Но в силу статичности модели мы ничего не можем узнать о её зарождении и дальнейшей эволюции, так как не имеем информации об этом, в отличие от фридмановской космологии, основанной на теории Большого Взрыва как следствии распада начальной сингулярности — “точечного” сгустка сверхплотной материи. (Правда, ничего неизвестно ни о происхождении самой сингулярности, ни о причине её “взрыва”, в результате которого путём множественных трансформаций сформировалась современная Вселенная, заполненная физическим вакуумом, разными полями и веществом, собранным в сгустки разной величины). И пока мы имеем лишь модель уединённой Вселенной, которая не менялась с начала её сотворения и не имеет связей с внешней “средой”. А можно ли смоделировать ситуацию таким

образом, чтобы узнать, как мог возникнуть пузырь де Ситтера, заполненный физическим вакуумом? Ведь это пространство было построено де Ситтером чисто формально из соображений симметрии. Так что пока мы имеем лишь модель уединённой Вселенной, которая не менялась с начала её сотворения и не имеет связей с внешней “средой”. И каким было это “начало”? И что за внешняя среда окружает нашу Вселенную? Об этом будет подробно рассказано в следующих параграфах.

### §3. Что могло предшествовать Вселенной де Ситтера?

Знание наших далёких предков, дошедшее до нас в виде фрагментов, относящихся к разным цивилизациям, содержит информацию о том, что Вселенная возникла из первоначальной материи, названной “вода”. Тогда и все объекты Вселенной (её части) состоят из той же материи, находящейся на разных этапах эволюции. Как известно, обычная вода в состоянии невесомости приобретает форму сферы. Звёзды, галактики находятся в состоянии невесомости по отношению к своим центрам притяжения. Многие космические тела (планеты, звёзды) являются сфероидами. Возможно, такую же форму имеет и физическое тело Вселенной. Так возникла задача: построить пространство-время (поле тяготения), создаваемое жидкой несжимаемой сферой. Подобная модель была ранее получена немецким астрономом Карлом Шварцшильдом [25] путём решения полевых уравнений ОТО (уравнений Эйнштейна), однако он изначально исключил наличие в этом поле сингулярных состояний — особых точек или поверхностей, имеющих разрывы, ограничив решение только регулярными функциями. Дело в том, что Шварцшильд построил свою модель для описания в рамках ОТО поведения Солнца как регулярной звезды. Но в астрофизике и космологии в последнее время очень актуальна проблема сингулярностей, так как астрономы исследуют такие объекты Вселенной как нерегулярные (взрывающиеся) звёзды, “чёрные дыры” и их взаимодействие с окружающей средой, нейтронные звёзды и пульсары, обладающие очень интересной структурой и т. п. В связи с этим встаёт вопрос о необходимости расширить возможности математического описания структуры однородной жидкой сферы, в частности, представляет интерес найти более общее решение (метрику), допускающее сингулярности (остановку времени и разрыв пространства). Остановку времени современные физики связывают с коллапсом исследуемой гравитирующей массы. Разрыв пространства в каком-либо направлении можно рассматривать как бесконечное возрастание значения компоненты метрики в каком-либо пространственном направлении. О сингулярностях стоит поговорить особо, так как если пойти по пути применения только регулярных метрик, это будет означать ограничение на исследования, связанные с особыми (сингулярными) состояниями пространства-времени-материи. К счастью, современные астрофизики и космологи свободно обращаются с такими понятиями, как “чёрные дыры”, “горизонт событий” и т. п. Но чтобы глубже разобраться в таких непривычных для для обычного восприятия терминах, следует вначале чётко сформулировать их в рамках ОТО.

И вот конкретный пример: в связи с возрастающим интересом к “чёрным дырам” физики допускают возможность остановки времени на поверхности “чёрной дыры”, определяемую условием  $g_{00} = 0$ . Оно является одним из четырёх сигнатурных условий [12, 22], которым должна удовлетворять всякая система отсчёта, которая может быть осуществлена с помощью реальных (физических) тел. В [22] эти условия представлены в упрощённой форме для диагональных метрик, о которых и пойдёт речь в дальнейшем. Они имеют вид:  $g_{00} > 0$ ,  $g_{11} < 0$ ,  $g_{22} > 0$ ,  $g_{33} < 0$ . Помимо них, существует сильное условие  $g = \det \|g_{\alpha\beta}\| < 0$ , которое до сих пор является неприкосновенной “священной коровой”: ведь когда-то было принято, что математической базой ОТО является именно риманова геометрия, а в ней детерминант метрического тензора строго отрицателен. Получается, что наш Мир построен по законам, придуманным самими учёными из соображений “очевидности” и простоты в обращении. Поэтому и изгоняется из объяснений всё, что противоречит привычным канонам. Метрика в римановой геометрии является невырожденной ( $g \neq 0$ ), а поскольку ОТО стоит на этом фундаменте, то сойти с него — означает остаться без надёжной математической базы. На самом деле возможен путь не отказа от базы, а, напротив, её расширения. Если допустить возможность существования невырожденного (риманова) пространства как частного случая обобщённого пространства, для которого  $g \leq 0$ , то исчезнет такая проблема, как невозможность мгновенной передачи информации (энергии) в пространстве-времени ОТО. В предыдущей главе объяснение

результатов опытов Козырева по наблюдениям истинных положений звёзд были объяснены именно в рамках расширенного риманова пространства, метрический тензор которого удовлетворяет условию  $g = \det \|g_{\alpha\beta}\| \leq 0$  [19, 20]. Поэтому если результаты наблюдений (измерений) входят в противоречие с теориями, придуманными на определённом этапе развития науки, не следует сразу отрицать результаты: лучше постараться найти теоретическое объяснение, которое не отрицает старые объяснения, а указывает путь, который впоследствии позволит увидеть новые горизонты. Мир бесконечно велик, а все наши инструкции а все наши инструкции по его изучению — просто дань тому периоду времени, в котором они были созданы. В противном случае устаревшие правила будут мешать нам на пути дальнейшего изучения Мира.

Исследуем гравитационное поле, создаваемое жидкой идеальной (невязкой) однородной сферой: ведь такой формой обладают многие природные объекты, в частности, звёзды разных типов. Форму шара принимает вода в состоянии невесомости. В современной науке вода, находящаяся в таком состоянии, классифицируется как *конденсированная материя*. Заметим, что планеты, звёзды, шаровые скопления, квазары, ... также обладают сферической формой. Возможно, что все эти тела когда-то состояли из конденсированной материи, а их сферические формы сохранились в процессе эволюции, хотя химический состав и плотность вещества в настоящее время сильно различаются между собой. Поскольку космические тела являются неотъемлемыми частями пространства-времени, они должны неминуемо влиять как на окружающее пространство, так и на время. При рассмотрении гравитационного поля жидкой однородной сферы не будем исключать возможности существования сингулярных состояний.

Расчёты гравитационного поля жидкой однородной сферы давно приводятся в учебниках, но всё дело в том, что они получены в плоском трёхмерном (евклидовом) пространстве, где время как координатное направление отсутствует. В пространстве-времени ОТО время играет равноправную роль наряду с пространственными направлениями, поэтому полученные решения для тел разной формы и состоящих из различных веществ могут сильно отличаться от аналогичных решений в плоском 3-пространстве. Ведь в искривлённом пространстве-времени ОТО, в отличие от плоского пространства Минковского, при каждом направлении существует свой коэффициент  $g_{\alpha\beta}$ , который зависит в общем случае от всех координат. Так, временному направлению  $x^0 = ct$  в общем случае сопутствует коэффициент  $g_{00}$ , так что временное направление (*темп времени*) зависит не только от момента координатного (равномерно текущего) времени  $t$ , но и от коэффициента  $g_{00} = (1 - w/c^2)^2$ , непосредственно связанного с 3-мерным гравитационным потенциалом  $w$  [11]. Величина гравитационного поля проявляется в его воздействии на темп времени. Максимальным оно является в случае  $w = c^2$ , так как при этом  $g_{00} = 0$ , что можно рассматривать как остановку времени для внешнего наблюдателя. В частности, это условие выполняется при коллапсе объекта, поэтому его можно назвать *условием коллапса*. Величина  $w$  — гравитационный потенциал, отнесённый к единице массы. Умножая обе части условия коллапса на массу  $M$  коллапсирующего тела, получаем выражение  $Mw = Mc^2$ . Таким образом, известное выражение для энергии  $E = Mc^2$ , можно рассматривать, в частности, как количество энергии, необходимой для коллапса тела. Откуда она берётся? Поскольку при коллапсе время для коллапсирующего объекта останавливается, можно думать, что коллапс обусловлен энергией Времени: ход времени при условии  $w = c^2$  мгновенно прекращается, и объект покидает наше пространство-время. Получается, что наличие хода собственного времени — необходимое и достаточное условие существования объекта в нашем мире: нет времени — объект становится частью другого мира. Здесь следует отметить, что речь идёт только о собственном времени, а не о координатном (эфмеридном): оно всегда течёт равномерно.

Очевидно, что гравитационное поле тем слабее, чем меньше величина гравитационного потенциала  $w$ . При  $w = 0$  собственное время совпадает с координатным временем  $t$  и течёт равномерно. Поэтому слабым гравитационным полем считается такое, где компонента  $g_{00}$  отличается от единицы лишь на малую поправку. Современные учёные полагают, что в основном аппарат ОТО применим в области малых скоростей и слабых гравитационных полей. На поверхности Земли величина  $U/c^2 = 10^{-9}$ , но даже такое “слабое” поле планеты держит нас так крепко, что покинуть его можно только только при достижении скорости 11,2 км/сек, называемой *второй космической скоростью*. В этом случае мы попадём в “слабое” гравитационное поле Солнца (на расстоянии 1 а. е. от Солнца  $U/c^2 = 9,9 \times 10^{-7}$ ), которое можно покинуть только набрав скорость свыше 16 км/сек. Какова же природа гравитации, если она так

сильно привязывает к её источнику всё, что находится в его поле? Может быть, это просто одно из проявлений энергии самого **Времени**, во власти которого мы находимся? Ответы на эти вопросы не лежат на поверхности, но чтобы попытаться их решить, в первую очередь следует отказаться от множества запретов на развитие некоторых направлений исследования. Ведь цель этих ограничений — стремление остаться в привычном уютном мире, но что мы будем делать, если этот мир “вдруг” начнёт быстро меняться? И чтобы подготовиться к грядущим переменам, которые мы уже начинаем замечать, не будем бояться появляющихся ростков “нового”, а лучше попытаемся понять, что же происходит с нашим миром. Наука — один из способов познания мира, вот только не надо мешать самим себе на пути познания, ставя разные ограничения и запреты. Все эти ТАБУ на развитие нового основаны на нежелании выходить за пределы “очевидного” и ступать на тропы, которые неизвестно куда могут завести. Но нельзя же думать, что вся Вселенная построена по образу и подобию наших представлений о ней, сложившихся в её крошечном уголке — Местной группе звёзд Млечного Пути. Поэтому обратимся к исследованию сильных гравитационных полей с тем, чтобы понять, чем их проявление отличается от воздействия привычных нам “слабых” полей.

Точное выражение для метрики однородной жидкой сферы получено путём решения полевых уравнений для сферически симметричного распределения однородной жидкой среды, в правой части которых стоит тензор энергии-импульса идеальной (невязкой) жидкости:

$$T^{ab} = (\rho_0 + p/c^2)U^aU^b - (p/c^2)g^{ab}, \quad (3.1)$$

где  $\rho_0 = \text{const}$  — плотность среды,  $p$  — её давление,  $U^a = dx^a/ds$  — четырёхмерный единичный вектор скорости. В результате точного решения уравнений поля с правой частью, описываемой вышеуказанным тензором энергии-импульса идеальной несжимаемой жидкости, в [23] было получено выражение для метрики:

$$ds^2 = \{3[1 - (\kappa\rho_0 a^2)/3]^{1/2} - [1 - (\kappa\rho_0 r^2)/3]^{1/2}\}^2 c^2 dt^2 - dr^2/[1 - (\kappa\rho_0 r^2)/3] - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2), \quad (3.2)$$

где  $\kappa = 8\pi G/c^2 = 18,6 \times 10^{-28}$  см/г — эйнштейновская константа,  $a$  — радиус сферы,  $\rho_0$  — плотность жидкости,  $r$  — радиальная координата,  $\theta$ ,  $\varphi$  — сферические координаты. В дальнейшем это решение будет применяться при исследовании как Вселенной, так и её частей — планет, звёзд, галактик,... В отличие от решения Шварцшильда [25], построенного в рамках ОТО при условии, что все пространственно-временные характеристики гравитационного поля являются регулярными функциями, решение [23] допускает сингулярные состояния:

- 1) коллапс при условии:  $3[1 - (\kappa\rho_0 a^2)/3]^{1/2} = [1 - (\kappa\rho_0 r^2)/3]^{1/2}$ ;
- 2) разрыв пространства при условии:  $g_{11} = [1 - (\kappa\rho_0 r^2)/3] \rightarrow \infty$ , т. е. при  $r = r_{br} = (3/\kappa\rho_0)^{1/2}$ .

Таким образом, однородная жидкая сфера при определённых условиях коллапсирует, при других — создаёт разрывы окружающего пространства, а иногда оба эти процесса происходят одновременно [23]. Условие коллапса однородной жидкой сферы можно переписать в виде  $r_c = [9a^2 - 24/(\kappa\rho_0)]^{1/2} = (9a^2 - 8r_{br}^2)^{1/2}$ , где  $r_c$  — радиус жидкой сферы в состоянии коллапса. Его выполнение означает, что для внешнего наблюдателя время на поверхности наблюдаемого объекта останавливается:  $d\tau = 0$  [11]. Иными словами, наблюдатель и поверхность наблюдаемого коллапсара в момент наблюдения находятся в одном и том же моменте времени, т. е. связаны мгновенно распространяющейся информацией (энергией). Коллапс сферы возможен при условии, что радиус коллапсара является вещественным, т. е. при  $a > (8/3\kappa\rho_0)^{1/2}$ . Таким образом, материальные структуры способны при определённом соотношении между их размерами и плотностью способны “останавливать время”, т. е. создавать поверхности, с которых к наблюдателю приходит мгновенно распространяющаяся информация об этом объекте. А расстояние, на которое эта поверхность удалена от центра сферы, определяется соотношением между её радиусом и радиусом разрыва. Исследуем более детально сингулярные состояния жидкой сферы: 1) разрыв пространства имеет место на расстоянии  $r = r_{br} = (3/\kappa\rho_0)^{1/2}$ ; 2) остановка времени имеет место на расстоянии  $r_c = (9a^2 - 8r_{br}^2)^{1/2}$ . Ниже будет показано, в каком случае величина  $r_c$  совпадает с величиной гравитационного радиуса  $r_g = 2GM/c^2$ . Легко видеть, что расстояние  $r_{br}$  определяется исключительно величиной плотности сферы (концентрацией массы), а радиус жидкого коллапсара зависит как от его размера  $a$ , так и от

величины  $\rho_0$ . Из сказанного видно, что однородная жидкая сфера коллапсирует, если радиус её поверхности  $a$  близок по величине радиусу разрыва пространства  $r_{br}$ . Это означает, что коллапс жидкой сферы возможен: 1) для огромных тел малой плотности; 2) для небольших тел, обладающих огромной плотностью.

Немного о разрывах пространства, создаваемых разными телами. Для Солнца, средняя плотность которого  $\rho_0 = 1,4 \text{ г/см}^3$ , величина  $r_{br} = 2,2 \text{ а. е.} = 3,3 \times 10^{13} \text{ см}$ , для нейтронных звёзд, плотность которых предполагается равной внутриядерной ( $\rho_0 \sim 10^{14} \text{ г/см}^3$ ), величина  $r_{br} \sim 10 \text{ км}$ . Заметим, что это соответствует радиусам нейтронных звёзд ( $r \sim 10\text{--}20 \text{ км}$ ). Из выражения для  $r_{br}$  следует, что тело “стягивает” на себя ткань пространства, создавая в нём натяжение, достигающее до разрыва. При этом, чем больше плотность тела, тем ближе к себе оно разрывает пространство. Пространство Солнца имеет разрыв в области между Марсом и Юпитером, где как раз находится центральная часть Пояса астероидов — кольцеобразной области, лежащей на расстоянии 2,1–4,3 а. е. от Солнца. Расстояние, на котором произошёл разрыв, совпадает с местонахождением гипотетической планеты Фаэтон. Разрыв пространства, созданный Юпитером ( $\rho_0 = 0,94 \text{ г/см}^3$ ), также лежит в этой области:  $r_{br} = 2,8 \text{ а. е.}$  от поверхности Юпитера. Для Вселенной, плотность которой, согласно современным оценкам, составляет  $10^{-29} \text{ г/см}^3$ , радиус разрыва равен  $1,3 \times 10^{28} \text{ см}$ , что также соответствует научным данным. Следует отметить, что размер Солнца ( $a = 7 \times 10^{10} \text{ см}$ ) намного меньше радиуса разрыва, поэтому Солнце не может сколлапсировать указанным образом. А вот Вселенная и нейтронные звёзды, для которых величина  $r_{br}$  соизмерима с их размерами, вполне могут быть находиться в состоянии коллапса. Важно отметить, что понятие *коллапс* здесь не связано с чудовищной плотностью сколлапсировавшего объекта: и нейтронная звезда, обладающая плотностью порядка внутриядерной, и Вселенная с её ничтожно малой плотностью в равной степени могут быть коллапсарами данного типа.

Исследуем данный вопрос более детально. Если поверхность разрыва совпадает с поверхностью сферы, то она является также поверхностью коллапсара:  $r_{br} = a = [3/(\kappa\rho_0)]^{1/2}$ . Этот случай представляет особый интерес, так как при  $a = r_{br} = [3/(\kappa\rho_0)]^{1/2}$  выражение для метрики приобретает вид:

$$ds^2 = (1 - r^2/a^2)c^2 dt^2 - dr^2/(1 - r^2/a^2) - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2). \quad (3.3)$$

т. е. мы получаем пространство де Ситтера (2.1), для которого космологическая константа имеет конкретное значение  $\lambda = 3/a^2$ . Из выражения для тензора энергии-импульса  $T^{\alpha\beta}$  (3.1) легко видеть, что идеальная несжимаемая жидкость трансформируется в физический вакуум, если её плотность и давление связаны условием  $\rho_0 c^2 = \lambda c^2/\kappa = -p$ , описывающим материю в состоянии *инфляции*. Метрика (3.3) удовлетворяет уравнениям поля  $R_{\alpha\beta} = (\lambda/\kappa)g_{\alpha\beta}$ , где  $R_{\alpha\beta}$  — тензор Риччи (свёртка четырёхмерного тензора кривизны  $R_{\alpha\beta\gamma\delta}$ ),  $\lambda = 3/a^2$ . Сфера разрывает пространство на расстоянии от своего центра  $r_{br} = (3/\kappa\rho_0)^{1/2} = (3/\lambda)^{1/2} = a$ . При  $a = 1,3 \times 10^{28} \text{ см}$  находим  $\lambda = \kappa\rho_0 = 1,8 \times 10^{-56} \text{ см}^{-2}$ . Порядок величины космологической константы  $\lambda \sim 10^{-56} \text{ см}^{-2}$  соответствует оценке, сделанной Эйнштейном. Таким образом, значение величины  $a = 1,3 \times 10^{28} \text{ см}$  близко по величине расстоянию до *горизонта событий* — условной границы, разделяющей совокупности событий прошлого и будущего. Фактически горизонт событий является предельным расстоянием, на котором наблюдаются объекты, т. е. радиусом наблюдаемой Вселенной. Вполне можно предположить, что наша Вселенная представляет собой *инфляционный коллапсар*, геометрия которого описывается метрикой (3.3). В этом случае она представляет собой пространство постоянной кривизны де Ситтера, изначально предложенное Эйнштейном в качестве модели стационарной Вселенной, а её гравитационный радиус  $r_g = 2GM/c^2$  совпадает с радиусом разрыва и с радиусом сферы  $a$ . Это легко показать, подставив в выражение для  $r_{br} = (3/\kappa\rho_0)^{1/2} = a$  выражение для  $\kappa = 8\pi G/c^2$  и выразив  $\rho_0$  через массу  $M$ :  $\rho_0 = 3M/4\pi a^3$ . Отсюда легко находим  $a = r_{br} = r_g$ . Таким образом, инфляционный коллапсар одновременно является объектом, называемым физиками “чёрной дырой”. Считается, что подобные объекты образуются в результате гравитационного сжатия занимаемого ими пространства. Исследуем этот вопрос более детально.

Для того чтобы понять, что такое *чёрные дыры* с позиций современной науки, обратимся к истории вопроса. Термин “чёрная дыра” был предложен Дж. Уиллером в 1967 году. Однако первые предсказания о возможном существовании подобных объектов относятся к 18 веку и связаны с работой Джона Митчела, написанной им ещё в 1783 году, а также аналогичными

результатами Поля Лапласа, полученными им независимо от Митчелла. Английский астроном Митчелл заинтересовался следующим вопросом: каков должен быть радиус сферы, чтобы скорость убегания вещества с неё (в современной терминологии — *вторая космическая скорость*) была бы равна скорости света. Их расчёты основывались на теории тяготения Ньютона и корпускулярной теории света. Митчелл искал расстояние  $r$  от центра сферы массы  $M$ , при котором скорость убегания частицы равна скорости света. Он приравнял значение потенциальной энергии частицы массы  $m$ , находящейся на поверхности сферы массы  $M$  на расстоянии  $r$  от её центра, её кинетической энергии:  $GmM/r = mc^2/2$ , откуда нашёл соответствующее значение  $r = r_g = 2GM/c^2$ ,  $G = 6,67 \times 10^{-8} \text{ см}^3/\text{г сек}^2$  — постоянная тяготения Ньютона. При  $r < r_g$  свет не сможет покинуть сферу, поэтому такой объект был назван *чёрной дырой*, или *гравитационным коллапсаром*. Митчелл вычислил, что Солнце может стать “чёрной дырой” при условии  $r = r_g < 3 \text{ км}$ .

Проблема коллапса звёзд, приводящего к появлению “чёрных дыр”, давно исследуется в релятивистской астрофизике. Исходным теоретическим материалом при исследовании этой проблемы послужила известная работа астронома Карла Шварцшильда, в которой он исследовал гравитационное поле удалённого объекта, расположенного в пустом пространстве-времени. Этот объект совершенно справедливо рассматривался им как “точечная масса” [26]. Решение этой задачи до сих пор используется в небесной механике в тех случаях, когда необходимо учитывать релятивистские поправки к движению тел. В частности, решение Шварцшильда позволило вычислить величину смещения перигелия Меркурия в гравитационном поле Солнца, а также рассчитать поправку к движению светового луча в поле тяготения Солнца. Радио-интерферометрические наблюдения квазаров подтвердили эффект отклонения радиоволн с точностью до 1%. В случае слабого гравитационного поля (вдали от гравитирующей “точки”) движение тел в этом поле с достаточной степенью точности описывается ньютоновской теорией тяготения.

Этой проблемой живо заинтересовался известный немецкий математик Дэвид Гильберт, поэтому гравитационный радиус  $r_g$  называется также *радиусом Гильберта*. К сожалению, решение Шварцшильда было применено им для исследования такого явления как коллапс звёзд. Гильберт начал решать ту же задачу, что Митчелл и Лаплас, но уже не в рамках классической теории Ньютона, а с использованием релятивистской модели Шварцшильда, метрика которой имеет вид [26]:

$$ds^2 = (1 - r_g/r)c^2 dt^2 - dr^2/(1 - r_g/r) - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2) \quad (3.4)$$

где  $r_g = 2GM/c^2$ . Гильберт предположил, что на расстоянии  $r = r_g$  звезда превращается в чёрную дыру, из которой свет не может вырваться наружу, так как материя внутри звезды сжата до сверхплотного состояния. Пространство-время (3.4), полученное Шварцшильдом, в настоящее время является основной (фактически единственной) моделью для описания невращающихся чёрных дыр в релятивистской астрофизике. При этом забывается, что Шварцшильд строил свою модель для расчёта движения тел в гравитационном поле точечной массы, а не для исследования физических свойств этой “точки”. Митчелл также рассматривал гравитирующее тело определённого радиуса, а не безразмерную точку. Сравнивая решение де Ситтера (3.3) с метрикой Шварцшильда (3.4), легко видеть, что в обоих случаях при условии  $r = r_g$  пространство-время: 1) коллапсирует; 2) имеет разрыв; 3) поверхность разрыва совпадает с поверхностью коллапсара. В пространстве де Ситтера эти условия выполняются при  $\lambda = 3/a^2$ . Выше было показано, что при  $\lambda = \kappa\rho_0 = 3/a^2$  радиусы гравитационного и инфляционного коллапсов совпадают:  $r_g = r_c$ . Это означает, что при определённом соотношении плотности тела и его размера оно останавливает время и разрывает пространство на расстоянии, равном его радиусу, т. е. является самозамкнутым объектом как в пространстве, так и во времени. Величину  $r_g$  также называют *горизонт событий*. Для внешнего наблюдателя время на горизонте событий останавливается. Необходимо отметить, что поставленная Митчеллом задача о том, при каком условии гравитационное притяжение массы может разогнать падающее на неё тело до световой скорости, с подачи Гильберта трансформировалась в задачу о коллапсе как результате сжатия тела до состояния, из которого нет выхода даже для света. Хотя вычисления показывают, что коллапс — это остановка наблюдаемого времени, а не чудовищное сжатие вещества гравитирующей массы. Теперь немного истории.

Очевидно, что звёзды, как и Вселенная, представляют собой формы, заполненные

веществом и обладающие протяжённостью в пространстве. Естественнее всего рассматривать звёзды как сфероиды. В современной астрономии они рассматриваются как газовые шары, в которых идут термоядерные реакции, в результате чего вещество звёзд выгорает и происходит её сжатие. Но всегда ли звёзды рассматривались как газовые шары? И разве может газ образовывать сферы с чётко очерченной (не расплывчатой) поверхностью? На самом деле, модели звёзд как газовых шаров начали рассматриваться лишь начиная с 20-х годов прошлого века стараниями известного сторонника и пропагандиста идей ОТО Артура Эддингтона [27]. Расчёты моделей в рамках ОТО являются весьма трудоёмкими: необходимо решить систему из 10 полевых уравнений (уравнения Эйнштейна), левые части которых содержат геометрические характеристики гравитационного поля, а правые описывают материю, из которой состоит гравитирующий источник. Рассмотрение звёзд как газовых шаров является более лёгкой задачей, чем расчёт моделей жидких звёзд, так как газ описывается уравнением состояния, связывающим давление газа с его плотностью. После того, как Ганс Бете в 1938 году открыл термоядерный цикл протон-протонных реакций, идея представления звёзд как газовых шаров, в недрах которых идут термоядерные реакции превращения водорода в гелий, стала общепринятой [28]. Теория жидких звёзд, которую активно пропагандировал английский физик и астроном, член Английского Королевского Общества, Джеймс Джинс, на время отошла на второй план, так как более востребованной в то время стала теория газового строения звёзд.

Джинс построил свою теорию жидких звёзд [29, 30], используя *метод аналогий*. Он предположил, что поведение быстро вращающихся жидких звёзд аналогично поведению тяжёлой вращающейся несжимаемой жидкости, которую ранее изучали Анри Пуанкаре и Александр Ляпунов. Исследовав в 1914 – 1916 годы проблему фигур, которые образуют жидкие вращающиеся массы, Джинс показал, что быстро вращающееся жидкое тело в результате эволюции либо разделяется на две части, либо принимает сильно уплощённую чечевицеобразную форму, вещество которой в результате быстрого вращения срывается с его острых экваториальных краёв. Последний процесс Джинс связал с образованием планетарных туманностей. Начиная с 90-х годов прошлого века и по настоящее время в сознании астрофизиков вновь начала материализоваться идея рассмотрения звёзд в виде жидких сфероидов. Американский биофизик Пьер Робиталь предложил модель Солнца, состоящего из жидкого металлического водорода [31–33]. Звёздная плазма моделируется с использованием магнитогидродинамики, т. е. движения магнитной *жидкости*. Магнитогидродинамика используется также при моделировании жидких металлов [34, 35]. В газовой среде магнитогидродинамика неприменима. Поэтому теория жидких звёзд применяется в наше время для объяснения наблюдательных данных, касающихся Солнца и звёзд. В свете вышесказанного, рассмотрение модели Солнца в виде жидкой сферы не является чем-то из ряда вон выходящим. Жидкая модель Солнца, предложенная Шварцшильдом, является пионерской в том смысле, что впервые структура космического объекта была описана в рамках недавно появившейся Общей Теории Относительности [25]. О структуре звёзд как релятивистских объектов речь пойдёт в §5 настоящей главы, а пока вернёмся к Вселенной де Ситтера.

На расстоянии  $r = a = (3/\kappa\rho_0)^{1/2} = r_g$  время для наблюдателя останавливается на расстоянии порядка  $1,3 \times 10^{28}$  см от него. Можно сказать, что Вселенная “стянула” на себя окружающее пространство и “остановила” время. Разрыв пространства на уровне границы собственного тела и остановка на этой границе времени является *скачком* (катастрофой), мгновенно переводящей тело, совершившее его, в сущность иной природы, чем известные нам звёзды с их планетными системами. Субстанция, заполняющая коллапсар, при положительной плотности обладает отрицательным давлением. В теории нестационарной Вселенной величина  $a$  является также максимальным расстоянием, на котором обнаруживаются наблюдаемые объекты, т. е. “край Вселенной”. Видеть дальше, за горизонтом, учёным не позволяют технические возможности инструментов (телескопов), посредством которых ведутся наблюдения. Необходимо отметить, что здесь речь идёт исключительно о диапазонах электромагнитного излучения, испускаемого объектами, т. е. о фотонах, излучаемых предельно удалёнными объектами. Информация об объектах, расположенных за “краем Вселенной”, отсутствует. Легко видеть, что численное значение постоянной Хаббла  $H_0 = c/a$  по порядку величины соответствует принятому в современной космологии:  $H_0 = 2,3 \times 10^{-18}$  сек<sup>-1</sup> [19, 20]. Таким образом, нестационарная (раздувающаяся вследствие деформации 3-пространства) фридмановская модель и стационарная гравитирующая модель де Ситтера дают одно и то же численное значение для  $H_0$ . Это свидетельствует о том, что постоянная Хаббла играет более значительную роль при

описании структуры Вселенной, чем просто коэффициент расширения пространства Вселенной. О будущем расширяющегося сфероида ничего неизвестно, а время “начала Вселенной” определяется из условия  $T = 1/H_0 = 13,9 \times 10^9$  лет. Детальный разговор об этом будет в следующем параграфе.

Во Вселенной де Ситтера величина  $a$  есть горизонт событий — условная граница, разделяющая совокупности событий прошлого и будущего, и являющаяся предельным расстоянием, на котором наблюдаются объекты Вселенной. Однако в этой модели, в отличие от фридмановской с равномерно текущим (идеальным) временем, наблюдаемое время на поверхности  $r = a$  *останавливается*. С похожей ситуацией мы столкнулись в §4 Главы 1 при теоретическом объяснении астрономических наблюдений Козырева. Там наблюдаемое время останавливалось на трёхмерной вырожденной гиперповерхности, разделяющей *прошлое* и *будущее*, т. е. являющейся *настоящим*. Иными словами, наблюдая самые удалённые от него объекты, наблюдатель *мгновенно* получает информацию о них. С формальной точки зрения её носителями являются гипотетические нуль-частицы. На самом деле, человеческое сознание воспринимает информацию о событиях с такой гиперповерхности *мгновенно*, но осознание этого если и приходит, то значительно позже: ведь в современной системе восприятия информации этот процесс регулируется мозгом. А деятельность мозга определяется энергетическим состоянием участка пролёта планеты в Галактике. Пока мозг диктует нам “абсолютную” (на данный момент) истину, что в мире не существует воздействий, распространяющихся со скоростями, превышающими световую. Об этом свидетельствуют и такие наиболее распространённые определения: “*горизонт событий — воображаемая граница в пространстве-времени, разделяющая те события, которые можно соединить с событиями на светоподобной бесконечности светоподобными геодезическими линиями (траекториями световых лучей), и те события, которые так соединить нельзя.*” В современной науке считается, что существует две светоподобные бесконечности (прошлого и будущего), поэтому и горизонтов событий может быть два — прошлого и будущего. Горизонт событий прошлого разделяет события на изменяемые с бесконечности и неизменяемые, а горизонт будущего отделяет события, о которых можно что-либо узнать хотя бы в бесконечно отдалённом будущем, от тех событий, о которых вообще ничего нельзя узнать. Эти бесконечности — образующие конуса Минковского, начинающегося в бесконечно далёком прошлом и заканчивающиеся в бесконечно далёком будущем. Напомним, вершина конуса — вырожденная трёхмерная гиперповерхность, на которой будущее мгновенно трансформируется в прошлое. Поскольку в сознании учёных закрепилось твёрдое убеждение в том, что во Вселенной ничего не распространяется быстрее скорости света, то и формирование событий начинается в той области пространства-времени, которая связана с “тонкими” с точки зрения наблюдателя мирами — областями существования электромагнитных полей. Эти поля также являются материальными, но с меньшей степенью сгущения материи: в современной науке их называют полями излучения. Затем некоторые события “прорастают” (материализуются) в нашем “грубом” мире материальных тел, движущихся с досветовыми скоростями. Фактически это означает, что информация (энергия) фотона, находящегося на линии горизонта событий, приходит к наблюдателю *мгновенно*. Здесь явно прослеживается аналогия между информацией, мгновенно связывающей наблюдателя с наблюдаемыми объектами, и информацией о самых свежих событиях, происходящих на краю Вселенной: они обе *мгновенно* связывают наблюдателя с удалёнными местами Вселенной, вплоть до её края. Оказалось, что “на краю Вселенной” наблюдается резкое возрастание эффекта красного смещения. Край Вселенной иначе называют *горизонт событий* и определяют как: 1) условную границу, разделяющую совокупности событий прошлого и будущего; 2) предельное расстояние, на котором наблюдаются объекты Вселенной. В дальнейшем речь в основном пойдёт о первом определении.

#### §4. Жизнь Вселенной — трансформация энергии Будущего в Прошлое

В этом разделе речь пойдёт о сравнении физических и геометрических характеристик идеальной жидкой сферы (3.2) и инфляционного пузыря де Ситтера (3.3) и о механизме их взаимодействия. Дело в том, что жидкая сфера трансформируется в инфляционный пузырь при строго определённом соотношении между её плотностью и радиусом, т. е. при  $\rho_0 a^2 = 3/\kappa =$

$1,6 \times 10^{27}$  см/г. Отсюда ясно видно, что подобная трансформация возможна лишь: 1) для огромных тел с чрезвычайно малой плотностью; 2) для небольших сверхплотных тел. Получается, что трансформация происходит в момент, когда устанавливается определённое соотношение между плотностью сферы и её размером. Если плотность сферы увеличится, то её радиус должен уменьшиться, и наоборот: уменьшение плотности сферы ведёт к увеличению её радиуса. Не гадая о причинах подобной ситуации, исследуем физико-геометрические свойства пространств жидкой сферы и вакуумного пузыря, а затем сравним их. Для этого вычислим наблюдаемые физические характеристики (вектор гравитационно-инерциальной силы, тензор скоростей деформации, тензор угловой скорости вращения) и геометрической — трёхмерной кривизны [11, 12]. Трёхмерные пространства метрик (3.2) и (3.3) обладают постоянными положительными трёхмерными кривизнами  $C = 2\kappa\rho_0$  и  $C = 6/a^2$ , соответственно. Четырёхмерная кривизна вакуумного пузыря де Ситтера (3.3) постоянна и отрицательна:  $K = -1/a^2$  [23, 24]. Пространство-время жидкой сферы не обладает постоянной кривизной, так как четырёхмерный тензор кривизны Римана  $R_{\alpha\beta\gamma\delta}$  не удовлетворяет условиям:  $R_{\alpha\beta\gamma\delta} = k(g_{\alpha\gamma}g_{\beta\delta} - g_{\beta\gamma}g_{\alpha\delta})$ ,  $k = \text{const}$ .

Исследование физических характеристик пространств жидкой сферы и вакуумного пузыря результатов привело к следующим выводам [23, 24]: трёхмерные пространства жидкой сферы и вакуумного пузыря не вращаются и не деформируются, но в них действуют неньютоновские гравитационно-инерциальные силы противоположной направленности. В пространстве жидкой сферы (3.2) вектор гравитационно-инерциальной силы имеет вид

$$F^1 = -(\kappa\rho_0 c^2/3) \times (1 - (\kappa\rho_0 r^2/3))r / \{3[1 - (\kappa\rho_0 a^2/3)]^{1/2} - [1 - (\kappa\rho_0 r^2/3)]^{1/2}\} < 0, \quad (4.1)$$

т. е. является неньютоновской силой притяжения. В пространстве вакуумного пузыря (3.3) она трансформируется в неньютоновскую силу отталкивания

$$F^1 = c^2 r/a^2 > 0 \quad (4.2)$$

Давления внутри жидкой сферы и вакуумного пузыря имеют вид, соответственно

$$p = \rho_0 c^2 \times [(1 - r^2/r_{br}^2)^{1/2} - (1 - a^2/r_{br}^2)^{1/2}] / [3(1 - a^2/r_{br}^2)^{1/2} - (1 - r^2/r_{br}^2)^{1/2}] > 0; p = -\rho_0 c^2 < 0 \quad (4.3)$$

Таким образом, при выполнении условия  $a = [3/(\kappa\rho_0)]^{1/2} = (3/\lambda)^{1/2}$  **сила притяжения**, действующая внутри жидкой сферы, трансформируется в **силу отталкивания** внутри вакуумного пузыря; положительное давление внутри жидкой сферы переходит в отрицательное давление внутри инфляционного коллапсара. Трансформация совершается при условии, что жидкая сфера разрывает пространство и останавливает время на расстоянии от центра, равном её радиусу  $a$ , т. е. на поверхности инфляционного коллапсара, где интервал наблюдаемого времени  $d\tau = 0$ . Более наглядно представить этот процесс можно с помощью элементарного<sup>9</sup> криволинейного светового конуса, условно существующего в каждой точке риманова пространства (см. Глава 1, §7). Этот конус описывается уравнением  $cd\tau = \pm d\sigma$ . Между конусами прошлого и будущего находится мембрана, описываемая уравнением  $cd\tau = \pm d\sigma = 0$ , которое в невращающейся системе отсчёта принимает вид:

$$d\tau = (g_{00})^{1/2} dt = (1 - w/c^2) dt = 0, d\sigma^2 = h_{ik} dx^i dx^k = 0, u^i = dx^i/dt. \quad (4.3)$$

где  $w$  — гравитационный потенциал коллапсара. Отсюда видно, что интервал наблюдаемого времени  $d\tau > 0$  при  $w < c^2$ ; соответственно,  $d\tau < 0$  при  $w > c^2$ . В области пространства-времени, где находится физический наблюдатель, нами принят отсчёт времени из прошлого в будущее, поэтому гравитационный потенциал  $w < c^2$ . Назовём эту область *пространством прошлого*. Тогда область пространства-времени, где  $w > c^2$ , есть *пространство будущего*, где формально время течёт в противоположном направлении — из будущего в прошлое. Этот математический результат не следует воспринимать буквально: он всего лишь означает, что будущее находится в некотором *виртуальном пространстве*, куда пока нет хода нашему физическому телу, но для сознания подобных границ нет. Метрическая квадратичная форма  $d\sigma^2$  в римановом пространстве-времени является положительно определённой, но в данном случае, в силу

<sup>9</sup> Поскольку в искривлённом пространстве проблема интегрирования не является тривиальной, световой конус является локальным: он вводится в окрестности  $dx^\alpha$  любой произвольной точки.

условия  $d\sigma = 0$ , она вырождается:  $h = \det|h_{ik}| = 0$ . Поскольку детерминанты метрик  $g_{\alpha\beta}$  и  $h_{ik}$  связаны соотношением  $(-g)^{1/2} = h(g_{00})^{1/2}$ , то из условия  $h = 0$  следует  $g = 0$ , следовательно, метрика  $g_{\alpha\beta}$  в области перехода прошлого в будущее является вырожденной, поэтому неримановой. Итак, наблюдаемая область пространства-времени, воспринимаемая наблюдателем как *настоящее*, есть нериманова гиперповерхность, названная *нуль-пространством*. С точки зрения математики сингулярная поверхность  $d\tau = 0$  имеет другую геометрическую структуру, отличную от римановой. Для наблюдателя, обладающего физическим телом, она является пока непреодолимым барьером, не позволяющим проникнуть в события будущего. На самом деле эта представляет собой мембрану: ведь существуют люди, умеющие заглядывать в будущее. Иными словами, пространство настоящего, которое мы в большинстве воспринимаем как единственную “реальность”, есть лишь один из слоёв Времени, называемый *материальным миром*. Детально об этом будет рассказано в последующих главах.

Мембрану между прошлым и будущим  $d\tau = 0$  можно рассматривать как зеркало, в которое с разных сторон смотрят прошлое и будущее. Проиллюстрируем сказанное на конкретном примере. Поскольку жидкая сфера мгновенно трансформируется в вакуумный пузырь, рассмотрим их пространства как зеркальные отображения друг друга относительно времени. Вычисляя  $d\tau = \pm (g_{00})^{1/2} dt$  для метрик (3.2) и (3.3), находим, соответственно:

$$d\tau_1 = \pm(1/2)\{3[1 - (\kappa\rho_0 a^2)/3]^{1/2} - [1 - (\kappa\rho_0 r^2)/3]^{1/2}\} dt; \quad d\tau_2 = \pm(1 - r^2/a^2)^{1/2} dt. \quad (4.4)$$

Легко видеть, что при  $a = (3/\kappa\rho_0)^{1/2}$  интервал  $d\tau_1$  переходит в  $d\tau_2$  при условии, что их знаки противоположны: если  $d\tau_1 > 0$ , получим  $d\tau_2 < 0$ ; если  $d\tau_1 < 0$ , то  $d\tau_2 > 0$ . Какое из этих пространств следует отождествить с наблюдаемой Вселенной, а какое — с его зеркальным отображением? Очевидно выбор должен опираться на наблюдательные данные. Исследования спектров далёких галактик показали, что спектральные линии смещены в сторону более низких частот (*красное смещение*). Поэтому мир с прямым ходом времени — тот, где частота излучения удалённого источника в точке наблюдения  $\omega_{obs}$  меньше частоты в точке испускания  $\omega_{em}$  ( $\omega_{obs} < \omega_{em}$ ), а зазеркалье — мир, где  $\omega_{obs} > \omega_{em}$ . Точное выражения для наблюдаемой частоты получается путём решения уравнений *изотропных геодезических* (траекторий распространения света), записанных в терминах физических наблюдаемых [12]. Решая их для метрик (3.2) и (3.3), находим, соответственно [23, 24]:

$$\omega_{1\,obs} = \omega_{1\,em}/\{3[1 - (\kappa\rho_0 a^2)/3]^{1/2} - [1 - (\kappa\rho_0 r^2)/3]^{1/2}\}, \quad \omega_{2\,obs} = \omega_{2\,em}/(1 - r^2/a^2)^{1/2}. \quad (4.5)$$

В современной космологии большую роль играет величина  $z = (\omega_{em} - \omega_{obs})/\omega_{obs}$ , характеризующая изменение излучаемой частоты источника по отношению к наблюдаемой. Напомним, условие  $z > 0$  означает, что частота света, излучаемого источником, больше наблюдаемой: по мере распространения в пространстве свет “краснеет” (*красное смещение*). Если  $z < 0$ , то частота излучаемого света смещается в фиолетовую сторону (*фиолетовое смещение*). Из (4.5) легко видеть, что в пространстве жидкой сферы (3.2) частоты смещены в фиолетовую сторону, а в вакуумном инфляционном пузыре (3.3) — в красную. Поскольку наблюдается именно красное смещение, в качестве мира с прямым ходом времени (*пространство прошлого*) следует избрать пространство де Ситтера, заполненное физическим вакуумом с положительной плотностью, тогда *пространство будущего* — жидкая несжимаемая сфера, следовательно,  $d\tau_2 > 0$ ,  $d\tau_1 < 0$ . Трансформация будущего в прошлое реализуется через настоящее: время из верхней части элементарного светового конуса (будущее), построенного в каждой точке пространства-времени, перетекает в его нижнюю часть через эту точку (настоящее) и становится прошлым. При этом вектор, касательный к линии времени, в каждой из половинок конуса имеет противоположные знаки, а в вершине конуса становится нулевым (изотропным). Таким образом, остановка потока времени будущего обусловлена коллапсом, следовательно, *будущее трансформируется в прошлое через состояние коллапса*.

Фактически четырёхмерная однородная жидкая сфера “выворачивается” во времени наизнанку, где “изнанкой” является инфляционный вакуум. Это выворачивание эквивалентно переходу с одной стороны трёхмерной поверхности Мёбиуса на другую при условии, что ход времени на одной из сторон противоположен ходу времени на другой. При переходе останавливается “на миг”, который и есть *момент настоящего*. В этот миг настоящее (выворачивании) становится настоящим, переходящим в прошлое. В следующий миг

начинается трансформация в прошлое другого участка будущего. Если наша Вселенная в какой-то мере соответствует данной модели, это означает, что в ней присутствуют силы отталкивания. Возможно, что именно наличием этих сил можно объяснить некоторые несоответствия движений звёзд в галактиках ньютоновской теории притяжения. Таким образом, **физически наблюдаемое время подобно ленте Мёбиуса**. Как известно, обычная лента Мёбиуса — это трёхмерная неориентируемая поверхность<sup>10</sup> в евклидовом пространстве. Можно сказать по аналогии, что наблюдаемое время **трёхмерно**, а его измерения — это **прошлое, настоящее, будущее**. На данном этапе эволюции время воспринимается сознанием как одномерное и направленное из прошлого в будущее. Между тем повторяемость в разные эпохи схожих по энергетике событий свидетельствует в пользу того, что **прошлое и будущее зеркальны по отношению друг к другу, а зеркалом является настоящее**. Однако абсолютно идентичных событий не бывает, так как пространство будущего, которое мы связали с идеальной жидкой сферой, не является однородным несмотря на то, что плотность вещества сферы рассматривалась однородной:  $\rho_0 = const$ . Напомним, однородным называется пространство, где все точки равноправны. Одним из условий однородности является отсутствие гравитационно-инерциальной силы:  $F^i = 0$  [11]. Однако сила присутствует как в пространстве жидкой однородной сферы, так и в пространстве инфляционного вакуумного пузыря, что делает их неоднородными. Поэтому цепочка событий прошлого никогда не будет в точности воспроизведена в будущем. Можно сказать: **пространства прошлого и будущего для нас сотканы из разных тканей, материал которых соответствует энергетике времени их “изготовления”**.

Полученные результаты являются принципиально важными, так как позволяют ввести новое понятие — “обратный ход времени”. Принято считать, что время течёт в одном (прямом) направлении — из прошлого в будущее, хотя математические возможности аппарата ОТО не запрещают и обратного направления (из будущего в прошлое). Однако в современной науке обратный ход времени не рассматривается, так как было принято, что его не допускает “стрела времени” Рейхенбаха, всегда направленная из прошлого в будущее. Однонаправленность хода времени представляется вполне очевидной, так как люди по привычке рассматривают время как отсчёт последовательности совокупности событий. Причина состоит в том, что несмотря на почти столетнее существование ОТО, время в основном рассматривается как равномерно текущее из прошлого в будущее, как это имеет место в пространстве Минковского в Специальной Теории Относительности. Но расчёты в рамках ОТО указывают на возможность мгновенной трансформации жидкого пузыря (3.2) в вакуумный пузырь (3.3), происходящей при условии  $r_{br} = r_g = a$ . Этот скачок является наглядной иллюстрацией высказывания: **поток наблюдаемого времени, падающий на поверхность разрыва пространства  $r_{br} = r_g = a$ , меняет своё направление на противоположное**. Таким образом, на этой поверхности **наблюдаемое время останавливается**. Пусть прямой ход времени означает поток, направленный из прошлого в будущее ( $dt > 0$ ), тогда обратный ход времени ( $dt < 0$ ) связывается с потоком времени, направленным из будущего в прошлое. Очевидно, что настоящее связано с условием  $dt = 0$ . Иными словами, будущее и прошлое **мгновенно** взаимодействуют друг с другом через настоящее. Поверхность  $r_{br} = r_g = a$  одновременно является поверхностью: 1) однородной жидкой сферы в состоянии гравитационного коллапса; 2) пузыря, заполненного физическим вакуумом в состоянии инфляционного коллапса. Можно сказать, что время с точки зрения реального наблюдателя имеет три состояния — настоящее, прошлое, будущее, каждое из которых связано с соответствующим пространством. Интервал наблюдаемого времени неврещающегося пространства имеет вид:  $d\tau = (1 - w/c^2)dt$ , следовательно в пространстве прошлого  $d\tau > 0$  ( $w < c^2$ ), в пространстве будущего  $d\tau < 0$  ( $w > c^2$ ), в пространстве настоящего  $d\tau = 0$  ( $w = c^2$ ). Координатное (не зависящее от условий наблюдения) время в данном подходе рассматривается как текущее в прямом направлении ( $dt > 0$ ). Таким образом, пространство настоящего связано с поверхностью коллапсара, а пространства прошлого и будущего расположены внутри и вне коллапсара. Следовательно, поверхность коллапсара является одновременно: 1) **зеркалом**, в которое смотрят друг на друга прошлое и будущее; 2) **мембраной** между будущим и прошлым. Поскольку пространства прошлого и будущего сотканы из разного материала (материи, заполняющей пузыри), то они не являются просто зеркальными отражениями друг друга, поэтому схожие события прошлого и будущего (четырёхмерные

<sup>10</sup> Поверхность является *ориентируемой*, если вектор нормали к ней сохраняет направление, в противном случае она называется *неориентируемой* (бутылка Клейна, лист Мёбиуса).

точки, т. е. трёхмерные точки, растянутые во времени в нити) никогда не бывают в точности идентичными. Необходимо также заметить, что *настоящее есть мгновенное состояние перехода через коллапс* — миг между прошлым и будущим. Это мгновенное состояние воспринимается человеческим сознанием как “реальность”. В таком случае прошлое и будущее могут рассматриваться как *виртуальные состояния*.

Ключевым моментом материализации будущего является условие  $a = [3/(\kappa\rho_0)]^{1/2}$ , описывающее *мост между настоящим и будущим*. Очевидно, “протяжённость” моста зависит от плотности материи, заполняющей пространство будущего. Длина моста — расстояние от наблюдателя до горизонта событий, или условной границы, разделяющей совокупности событий прошлого и будущего. Эта граница также рассматривается как предельное расстояние, на котором наблюдаются объекты Вселенной. Выше было показано, что при  $\rho_0 \sim 10^{-29}$  г/см<sup>3</sup> длина моста соизмерима с наблюдаемым радиусом Вселенной  $a = 1,3 \times 10^{28}$  см. Это означает, что события Вселенной формируются на расстоянии  $a$ , называемом “горизонтом событий”. Поскольку расстояния во Вселенной измеряются посредством света, для которого понятия “длина” и “длительность” тождественны, то расстояние до события равно времени распространения сигнала от него. В пространстве де Ситтера интервал наблюдаемого времени:  $d\tau = dr/c(1 - r^2/a^2)^{1/2}$ . Полагая начальные значения в точке наблюдения  $\tau = 0$ ,  $r = 0$ , находим в результате интегрирования:  $r = a \sin(H_0\tau)$ , где  $H_0 = c/a = 2,3 \times 10^{-18}$  сек<sup>-1</sup> — постоянная Хаббла. Легко видеть, что  $r$  принимает максимальное значение  $a$  при  $\tau = \pi/(2H_0)$ , минимальное  $r = 0$  при  $\tau = \pm \pi/H_0$ . Можно сказать, что свет представляет собой синусоидальную волну (гармоническое колебание), распространяющуюся в физическом вакууме со скоростью  $dr/d\tau = c \cos(H_0\tau)$  и циклической частотой  $H_0$ . Фотон, испущенный в некоторой точке, достигнет горизонта событий за промежуток времени  $\tau = 21,6 \times 10^9$  лет. Из (4.5) следует, что наблюдаемая циклическая частота фотона, испущенного с расстояния  $r = a$ , является бесконечно большой, следовательно, такой “фотон” достигает наблюдателя *мгновенно*, т. е. фактически является нуль-частицей (см. Глава 1, §7). Безмассовые частицы, распространяющиеся мгновенно, названы *нуль-частицами*. Они являются носителями дальнего действия (мгновенной передачи информации). Таким образом, информация с горизонта событий  $r = a$  материализуется мгновенно, но в виде нуль-частиц — материи более тонкой, чем свет. А информация с расстояний  $r < a$  приходит к наблюдателю (*материализуется*) посредством фотонов, распространяющихся со скоростью  $c$ . В современной теории расширяющейся Вселенной возрастание частоты фотона при приближении к горизонту событий трактуется как “ускоряющееся разбегание галактик” по мере их удаления от наблюдателя к “горизонту событий”. Согласно определению, горизонт событий есть поверхность, разделяющая события прошлого и будущего. В предложенной модели (3.3), являющейся частным случаем пространства де Ситтера с положительной кривизной и космологической константой  $\lambda = 3/a^2$ , поверхность  $a$  является одновременно поверхностью: 1) разрыва пространства, 2) инфляционного коллапсара, 3) гравитационного коллапсара (поверхностью Шварцшильда). Последний пункт следует рассмотреть более детально, так как он подводит к проблеме существования чёрных и белых дыр.

*Чёрной дырой* в современной науке называется пространство-время, описываемое метрикой (3.4), при выполнении условия  $r = r_g$ . В этом случае имеет место коллапс ( $g_{00} = 0$ ), следовательно, наблюдаемое время останавливается ( $d\tau = 0$ ). В невращающихся и недеформирующихся трёхмерных пространствах (3.3) и (3.4) действуют гравитационно-инерциальные силы: 1) притяжения  $F^1 = -c^2 r_g / 2r^2 = -GM/r^2$  в пространстве Шварцшильда; 2) отталкивания  $F^1 = c^2 r / a^2$  в пространстве де Ситтера. Легко видеть, что в первом случае  $F^1$  является ньютоновской силой притяжения. На расстоянии  $r = r_g$  от центра гравитирующей массы  $F^1 = -c^2 / 2r_g = -c^4 / 4GM$ .

Выражение для гравитационной силы отталкивания можно переписать в виде:  $F^1 = c^2 r / a^2 = H_0^2 r$ , где  $H_0$  — постоянная Хаббла. Таким образом, внутри вакуумного пузыря действует сила отталкивания, прямо пропорциональная расстоянию от наблюдателя, где коэффициентом пропорциональности служит квадрат постоянной Хаббла  $H_0^2 = 5,3 \times 10^{-36}$  сек<sup>-2</sup>. Поскольку  $H_0$  имеет размерность угловой скорости вращения, можно сказать, что сила отталкивания является центробежной силой. Но это вовсе не означает, что пространство Вселенной вращается с линейной скоростью  $v = H_0 r$ . В этом случае в метрике пространства-времени непременно должны были бы присутствовать компоненты  $g_{0i}$ , характеризующие вращение пространства относительно времени [11]. Здесь же в виде центробежной силы проявляется действие

гравитационной силы отталкивания, пропорциональной расстоянию от наблюдателя. Действие этой силы как раз и проявляется как эффект “разбегания галактик”. При этом, чем дальше от наблюдателя находится наблюдаемый объект, тем сильнее действующая на него центробежная сила. Это означает, постоянная Хаббла является величиной космологического масштаба, так как непосредственно связана с космологической постоянной:  $F^1 = H_0^2 r = \lambda c^2 r/3$ , откуда следует  $H_0 = c(\lambda/3)^{1/2}$ . А сама сила  $F^1$  есть результат неравномерности хода собственного времени, элементарный интервал которого равен  $dt = (g_{00})^{1/2} dt = (1 - r^2/a^2)^{1/2}$ . Отсюда легко видеть, что время для наблюдателя замедляется по мере приближения к горизонту событий и останавливается на самом горизонте. Это замедление, асимптотически стремящееся к полной остановке на поверхности хода времени на поверхности коллапсара, что объясняется в космологии как “ускоренное расширение Вселенной”. Возможно, что неньютоновская сила отталкивания есть проявление *тёмной энергии*, обусловленной неравномерностью хода времени. При  $r = a$  гравитационная сила отталкивания принимает вид:  $F^1 = c^2/a$ . В рамках наших представлений поверхность сферы вращается со скоростью света. Образно можно сказать, что горизонт событий трансформирует непрерывно приходящие потоки будущего в свет, в котором уже заложены события, которые будут происходить в дальнейшем. Об этом будет сказано уже совсем другими словами, так как далеко не всё можно объяснить на языке науки. Вообще применение формул, относящихся исключительно к материальному миру, к пограничным мирам можно сравнить с использованием “костылей”: с ними не уйти далеко по тропам неизведанного, но всё-таки можно хотя бы интуитивно проникнуть в неизведанные миры.

Если пространство Шварцшильда [26] при  $r = r_g$  под действием гравитационного сжатия превращается в чёрную дыру, обладающую гравитационным полем притяжения, то пространство де Ситтера при  $r = a = (3/\lambda)^{1/2}$  под действием гравитационной силы отталкивания превращается в инфляционный коллапсар, который можно назвать “белой дырой”, так как он излучает гравитационную энергию неньютоновского типа. Таким образом, физическая природа чёрных и белых дыр различна. Обычно возникновение чёрных дыр связывают с коллапсом сверхплотных звёзд на последней стадии эволюции. Однако из полученных результатов следует, что коллапсаром может быть объект, обладающий чрезвычайно малой плотностью, но огромным размером, соизмеримым с пространством наблюдаемой Вселенной. Рассмотрим величину  $a$  как радиус сферы массы  $M$ , заполненной средой с постоянной плотностью  $\rho_0$ . Полная масса сферы выражается через тензор энергии-импульса среды по формуле  $M = 4\pi \int T_0^0 r^2 dr = 4\pi \int \rho_0 r^2 dr = 4\pi \rho_0 a^3/3$ . Полагая максимальный радиус Вселенной  $a = 1,3 \times 10^{28}$  см, а плотность порядка  $\rho_0 = 10^{-30}$  г/см<sup>3</sup>, найдём её массу  $M = 9,2 \times 10^{55}$  г. Эти величины согласуются с принятыми в современной космологии.

В релятивистской космологии понятие сколлапсировавшего объекта в качестве модели наблюдаемой Вселенной было предложено впервые Кириллом Станюковичем [36]. Однако им не было рассмотрено начальное тело, коллапс которого породил Вселенную. Тем не менее, если предположить, что предельный радиус наблюдаемой Вселенной  $a = 1,3 \times 10^{28}$  см равен гильбертовскому радиусу  $r_g = 2GM/c^2$  и вычислить массу Вселенной по формуле  $M = ac^2/2G$ , мы находим массу Вселенной  $M = 8,7 \times 10^{55}$  г. Это соответствует массе Вселенной, полученной по результатам пространственного распределения галактик и оценке их суммарной массы. В этом случае величина плотности Вселенной  $\rho_0 = M/V$ , где объём  $V = 4\pi a^3/3$ , равна  $\rho_0 = 9,4 \times 10^{-30}$  г/см<sup>3</sup>. Таким образом, если коллапсаром является такой протяжённый объект как наблюдаемая Вселенная, то её плотность вовсе не является огромной, как нейтронных звёзд в состоянии коллапса, а напротив, чрезвычайно мала. В дальнейшем будем называть крупномасштабный сколлапсировавший объект *коллапсаром*. Использование коллапсара в качестве модели Вселенной теоретически позволяет вычислить её массу и плотность. Однако понятие гравитационного радиуса изначально было сформулировано для объекта, масса которого сосредоточена в центре. Между тем, из данных наблюдений галактик вовсе не следует, что они сосредоточены в некоем центре: они равномерно распределены по всему пространству, но на расстояниях, близких к горизонту Вселенной, их количество резко убывает. Кроме того, из наблюдений следует, что пространство Вселенной заполнено разрежённым газом. Поэтому и была рассмотрена модель Вселенной, заполненной веществом, и были исследованы условия, при которых она становится коллапсаром.

Итак, прошлое, настоящее, будущее есть три измерения объёма времени, отведённого нам для эволюции. Наша Вселенная перерабатывает время будущего в пространство прошлого через

**сингулярную поверхность** — пространство настоящего. Эта поверхность, вращающаяся со скоростью света, в свою очередь есть арена борьбы двух противоположных сил — сжатия и расширения. Вселенная будет существовать до той поры, пока не переработает (превратит в прошлое) весь ресурс предназначенного ей времени будущего. Когда отпущенный нам ресурс времени иссякнет, белая дыра неминуемо превратится в чёрную — гравитационную сингулярность, существовавшую до начала времени, т. е. равновесие между силами притяжения и отталкивания нарушится в сторону сил притяжения. Масса этой сингулярности есть материальное проявление энергии, проявляющейся в материальном мире как сила притяжения, ведущая к сжатию пространства. А пока Вселенная существует, её жизнь поддерживает энергия, проявляющаяся в виде силы отталкивания, проявляющаяся, в частности, как эффект “разбегания галактик”. Её можно назвать “светлой энергией”, или “Живой Водой Вселенной”. Эта энергия есть результат переработки материи пространства будущего сингулярной поверхностью, являющейся “скорлупой” Вселенной. Эта скорлупа отделяет пространство нашей Вселенной от окружающего бесконечного пространства как материальный объект, существующий в течение определённого периода времени.

В заключении этого раздела необходимо ещё раз обратить внимание на гравитационную силу отталкивания  $F^1 = c^2 r/a^2 = H_0^2 r = \lambda c^2 r/3$ . Она выглядит как центростремительная сила в теории Ньютона, но на самом деле она порождена космологическими силами отталкивания, являющимися проявлениями энергии созидания. В противовес им существует Мёртвая Вода, связанная с гравитационными силами притяжения, стремящимися в конечном итоге увести живые тела из мира живой жизни в пространства, где они не смогут существовать в прежнем виде. Но их энергии (в других формах) будут существовать вечно, так эта их энергии представляют собой фрагменты энергии Времени, которая существует вечно. Бесконечное пространство Времени есть фрактал “Бесконечность”\*, фрагментом которого является Вселенная, а все её структуры, включая человека, представляют собой разномасштабные фрагменты фрактала “Бесконечность”. Детальный разговор об этом пойдёт начиная с Главы 3.

## §5. Эволюция звезды предопределена типом её гравитационной энергии

Особую роль в расширении человеческого сознания играют звёзды — посредники между Небесами и людьми. Звёзды излучают свет, который воспринимается как информация, распространяющаяся в трёхмерном пространстве с “предельной” скоростью  $c = 300000$  км/сек. В действительности, скорость света есть скорость материализации (проявления) в нашем трёхмерном пространстве энергии, воспринимаемой человеческим сознанием как *электромагнитное излучение*, одним из диапазонов которого (оптическим) является свет, воспринимаемый человеческим глазом. В предыдущих параграфах была построена модель жидкой однородной сферы, которая была применена ко Вселенной в целом. Там же было показано, что эта модель в равной степени применима и к звёздам. В качестве единого строительного материала для звёзд использовалась первоначальная “вода”, рассматриваемая для простоты как идеальная (невязкая) несжимаемая жидкость, а моделью являлась сфера, состоящая из этой жидкости. В этом параграфе исходная модель (3.2) будет применена для звёзд, находящихся на разных ступенях эволюции, включая превращение обычных звёзд в нейтронные, а также их переход в состояние коллапса. Оказалось, что важнейшими звёздными характеристиками являются её масса и определённое соотношение между плотностью и радиусом:  $\rho_0 a^2 = 3/\kappa$ . **Судьбы звёзд определяются этими параметрами.**

Поскольку звёзды — объекты четырёхмерного пространства, их трёхмерные тела представляют собой мгновенные проекции четырёхмерных сфер на трёхмерное пространство. Моделирование — установление аналогий между реальным физическим объектом и его упрощённым образом, в данном случае, между звездой и четырёхмерной жидкой сферой. Звёзды можно сравнивать между собой по разным характеристикам: размеру, массе, цвету, плотности и т. д. Рассматривая звёзды как население четырёхмерного пространства, следует обратить особое внимание на те их свойства, которые могут проявиться лишь при рассмотрении их в пространстве-времени. Строгое математическое исследование жидкой невращающейся сферы из несжимаемой жидкости в пространстве-времени показало, что описываемые ей объекты можно разделить на два класса в зависимости от величины отношения  $r_g/a$ : 1)  $r_g/a \ll 1$ , 2)  $r_g/a = 1$  [37]. К первому типу принадлежат все регулярные звёзды, кроме нейтронных; ко

второму — нейтронные звёзды и наблюдаемая Вселенная. Промежуточных вариантов объектов обнаружено не было. Для подавляющего большинства величина  $r_g$  (радиус сферы Шварцшильда) в сотни тысяч (и даже в миллионы) раз меньше размера самих звёзд. Так, для Солнца  $r_g = 3$  км, а величина  $r_g/a$  имеет порядок  $10^{-6}$ . Назовём звёзды, для которых  $r_g/a \ll 1$ , *регулярными*. Тогда звёзды, для которых  $r_g = a$ , можно назвать *сингулярными*, так как их поверхности являются поверхностями сферы Шварцшильда. Радиус сферы Шварцшильда определяется лишь величиной массы звезды, а сама сфера представляет собой сингулярную поверхность, на которой время для наблюдателя останавливается. Для регулярных звёзд эта поверхность находится глубоко под жидкой оболочкой. Регулярные звёзды сильно различаются между собой по размерам, массам и плотностям, но все они обладают одной и той же структурой — это крошечные сферы Шварцшильда, окружённые жидкой средой. Так, самые большие звёзды, сверхгиганты, по размерам превосходят Солнце в 100–250 раз, а их массы составляют 10–70 солнечных масс. Массы самых маленьких звёзд, холодных коричневых карликов, составляют 0,01–0,07 масс Солнца, а по размерам они сходны с Юпитером. К особой группе звёзд относятся белые карлики. Их массы порядка солнечной, а размеры в сотни раз меньше размеров Солнца. Соответственно, плотности белых карликов лежат в диапазоне  $10^5$ – $10^9$  г/см<sup>3</sup>, т. е. в миллионы и более раз превышают плотность воды. Значит, плотности обычных звёзд лежат в диапазоне от  $10^{-6}$  г/см<sup>3</sup> для сверхгигантов и гигантов до  $10^9$  г/см<sup>3</sup> для белых карликов: см. Таблицу 1. Тем не менее всё это разнообразие звёзд укладывается в рамки одной модели — жидкой несжимаемой сферы, обладающей крошечным ядром, поверхность которого является сингулярной. Меньшинство звёзд, называемых *нейтронными*, фактически сами представляют собой сингулярности, радиус которых составляет 10–20 км, а массы соизмеримы с массой Солнца.

В этом разделе модели жидкой сферы (3.2) и инфляционного пузыря (3.3) будут применены для описания структуры звёзд разных типов, т. е. звёзды будут рассматриваться как объекты пространственно-временного континуума. В предыдущих параграфах было показано, что однородная жидкая сфера при условии, что её плотность и радиус связаны соотношением  $\rho_0 a^2 = 3/k$ , трансформируется в вакуумный пузырь — субстанцию с совершенно экзотическими свойствами: она обладает постоянной положительной плотностью и постоянным отрицательным давлением. При этом поверхность сферы одновременно является и поверхностью разрыва пространства, и поверхностью коллапса. Она вращается со световой скоростью, в силу чего вещество не может проникнуть через неё наружу. Поэтому сфера находится в устойчивом стационарном состоянии, несмотря на инфляцию, обусловленную отрицательным давлением, и наличие ньютоновской гравитационной силы отталкивания. Всё вышесказанное применимо к нейтронным звёздам в состоянии коллапса. Математический аппарат теории является инструментом теоретического анализа проблемы подобно тому, как физический прибор есть инструмент, использующийся при экспериментальном исследовании мира. В данном случае теория подтвердила точку зрения астрономов на нейтронные звёзды как на результаты катастроф, постигших регулярные звёзды. При этом обычные звёзды могут превратиться в нейтронные только в том случае, если их масса достаточна велика, чтобы сформировать гравитационную сферу радиуса 10–20 км. К слову, массы Солнца хватит лишь на то, чтобы превратиться в белый карлик с плотностью порядка  $10^5$  г/см<sup>3</sup>, что вполне соответствует современной теории эволюции звёзд. Из рассмотрения отношения  $r_g/a$  для различных звёзд следует, что эта величина либо чрезвычайно мала ( $\sim 10^{-5}$  –  $10^{-6}$ ) либо близка к 1. Поскольку не найдено промежуточных типов звёзд, можно сделать вывод: некоторые массивные регулярные звёзды могут перейти в нейтронные лишь в результате *катастрофы* — быстрой трансформации одной формы в другую (*метаморфозы*).

Согласно современной астрофизике, нейтронные звёзды образуются вследствие взрыва сверхновых, т. е. в результате *катастрофы*. На определённом этапе эволюции массивных звёзд они взрываются, сбрасывая оболочку, наблюдающуюся впоследствии в околозвёздном пространстве. В процессе взрыва звёзды теряют большую часть своей массы, а остаток массы уплотняется в небольшой сверхкомпактный объект — миниатюрную копию Вселенной. Взглянем на этот процесс из четырёхмерного пространства. Если плотность и радиус жидкой несжимаемой сферы удовлетворяют соотношению  $a^2 = 3/k\rho_0$ , то она трансформируется в вакуумный пузырь, заполненный однородной средой в состоянии инфляции (пространство де Ситтера). При плотности  $\rho_0 \sim 10^{14}$  г/см<sup>3</sup> находим  $a \sim 10$  км, что соответствует среднему размеру нейтронных звёзд. Отсюда легко видеть, что модель вакуумной сферы (пузыря) применима: 1) к

очень протяжённым объектам с чрезвычайно малой плотностью (Вселенная); 2) к компактным объектам с ядерной плотностью (нейтронные звёзды). Иными словами, процесс трансформации жидкой сферы в вакуумный пузырь реализуется по одному сценарию как для нейтронной звезды, так и для самой Вселенной. Ранее было показано, что трансформация сферы реализуется при условии, что она разрывает пространство и останавливает наблюдаемое время на одном и том же расстоянии от своего центра, замыкая тем самым на себя пространство и время. Это расстояние равно её гравитационному радиусу, т. е. звезда становится коллапсаром. При этом: 1) гравитационно-инерциальная неньютоновская сила притяжения, имевшая место до катастрофы, превращается в неньютоновскую силу отталкивания; 2) положительное давление жидкости трансформируется в постоянное отрицательное давление инфляционной вакуумной среды; 3) ход наблюдаемого времени на поверхности коллапсара останавливается. В чём же главная причина столь существенного отличия нейтронных звёзд от регулярных?

Оказывается, всё дело в величине радиуса Гильберта по отношению к размеру звёзды. В современной релятивистской астрофизике величина  $r_g$  определяет горизонт событий сколлапсировавшей точечной массы. Однако выражение  $r_g/a$  легко представить в виде:  $r_g/a = v_{II}^2/c^2$ , где  $v_{II} = (2GM/a)^{1/2}$  есть скорость убегания вещества с поверхности гравитирующего тела (*вторая космическая скорость*). Выражение для  $v_{II}$  легко получить, приравняв выражения для ньютоновской потенциальной энергии  $GmM/a$ , действующей на частицу массы  $m$  и кинетической энергии частицы  $mv^2/2$ . Если скорость частицы звезды превысит  $v_{II}$ , то она освободится из гравитационного звёздного плена. Например, для Солнца  $v_{II} = 618$  км/сек. Частицы солнечного вещества, скорость которых на поверхности Солнца, превышает эту величину, образуют солнечный ветер, создающий в окосолнечном пространстве пузырь, называемый *гелиосфера*. Таким образом, в рамках предложенной модели все звёзды делятся на два типа, для которых: 1)  $v_{II} \ll c$ ; 2)  $v_{II} = c$ . В первом случае вещество звезды представляет собой идеальную несжимаемую среду, для которой постоянная плотность  $\rho_0$  и давление  $p$

$$p = \rho_0 c^2 \times [(1 - r^2/r_{br}^2)^{1/2} - (1 - a^2/r_{br}^2)^{1/2}] / [3(1 - a^2/r_{br}^2)^{1/2} - (1 - r^2/r_{br}^2)^{1/2}] > 0 \quad (5.1)$$

связаны соотношением:  $p \ll \rho_0 c^2$  [23]. При достижении частицей вещества звезды скорости  $v > v_{II}$  она покидает звезду. Во втором случае вещество звезды обладает довольно экзотическими свойствами, так как его плотность и давление связаны соотношением  $p = -\rho_0 c^2$ , описывающим вещество в состоянии инфляции. Звёзды второго типа не теряют вещество (у них отсутствует звёздный ветер): они могут только излучать светоподобные частицы, в частности, фотоны разных частот. Возможно, что потеря массы (или её перенос от одной звезды к более массивной) возможна при сильном сближении или столкновении нейтронных звёзд.

Поскольку  $r_g/a = v_{II}^2/c^2$ , то скорость убегания тем больше, чем ближе величина  $r_g/a$  к единице. Иными словами, чем больше масса звезды и меньше её радиус, тем больше её вторая космическая скорость, преодоление которой отдельными частицами приводит к потере массы звезды. Астрономы объясняют истечение вещества (звёздный ветер) конвективными процессами в атмосфере, что, безусловно, имеет место. Однако в горячих звёздах ранних спектральных классов, а также в холодных звёздах поздних спектральных классов происходит истечение плазмы со скоростями порядка сотен и даже тысяч км/сек! Вполне возможно, что это истечение обусловлено нестационарностью сферы Шварцшильда, находящейся внутри каждой звезды. Тогда частицы жидкой среды, окружающей плотное ядро звезды, могут испытывать ускорение, направленное от поверхности сферы Шварцшильда к поверхности звезды. При этом, чем больше радиус Шварцшильда, тем выше скорость частицы. Можно предположить, что во взрывающихся звёздах типа Вольфа-Райе время от времени происходит сжатие ядра, что приводит к периодическим выбросам вещества звезды. А в звёздах, превращающихся в сверхновые, сжатие ядра происходит настолько быстро и сильно, что звезда сбрасывает оболочку, а её внутреннее ядро освобождается от жидкой атмосферы, превращая её в околосвёздную туманность.

Рассмотрим процесс трансформации обычной звезды в нейтронную, рассматриваемый в современной астрофизике как взрыв сверхновой [37]. Из условия трансформации жидкой сферы в сверхплотную сферу радиусом 10 км, заполненную нейтронной средой, легко найти значение критической плотности трансформации жидкости. Условие перехода жидкой среды в инфляционный вакуум имеет вид:  $\kappa \rho_0 a^2 = 3$ , откуда следует выражение для критической плотности  $\rho_{кр} = 3c^2/8\pi G a^2$ . При радиусе  $a = 10$  км значение  $\rho_{кр} = 1,6 \times 10^{15}$  г/см<sup>3</sup>. Вычисляя

критическое значение угловой скорости вращения  $\omega_{кр} = c/a$  для нейтронной звезды радиусом 10 км, при которой её поверхность вращалась бы со скоростью света, находим  $\omega_{кр} = 3,0 \times 10^4 \text{ сек}^{-1}$ . В настоящее время пока обнаружены только миллисекундные пульсары, для которых  $\omega \sim 3,0 \times 10^3 \text{ сек}^{-1}$ ,  $\rho_0 = 1,6 \times 10^{15} \text{ г/см}^3$ . Возможно, некоторые нейтронные звёзды находятся в состоянии, близком к коллапсу, а сколлапсировавшие нейтронные звёзды пока не обнаружены. Для того чтобы обычная массивная звезда трансформировалась в сферу радиусом 10 км и с плотностью, равной критической, она должна обладать массой  $M = 6,7 \times 10^{33} \text{ г} = 3,35 M_{\odot}$ . Поскольку наблюдаемые нейтронные звёзды обладают меньшей массой, то по всей вероятности, часть массы взорвавшейся звезды переходит в излучение, а часть — превращается в околосвёздную туманность. Вполне возможно, что сферы Шварцшильда, радиус которых равен  $r_g$ , реально существуют внутри всех звёзд, а размеры сфер определяются лишь величинами масс звёзд. Поэтому “взрыв” сверхновой можно рассматривать как выворачивание четырёхмерной жидкой сферы во времени. При этом *внутреннее* (сфера Шварцшильда) становится *внешним* — нейтронной звездой, а бывшее *внешнее* превращается во вспышку света и в туманность. В рамках рассматриваемой модели наблюдаемое время внутри нейтронной звезды течёт в направлении, противоположном ходу времени в окружающем пространстве, а на поверхности звезды время останавливается. Можно сказать, что нейтронные звёзды являются миниатюрными машинами, вырабатывающими (излучающими) “время”. Здесь будет уместно процитировать выдающегося исследователя времени Николая Козырева. “Звезда представляет собой машину, вырабатывающую энергию за счёт её прихода извне. Если время представляет собой физическое явление, то оно и может приносить энергию, поддерживающую свечение звёзд” [6].

Возможно, что свечение регулярных звёзд вызвано процессами в их жидких атмосферах, а сами процессы обусловлены воздействием внутренней гравитационной сферы Шварцшильда на оболочку звезды. У нейтронных звёзд энергообмен с окружающей средой происходит по-другому, так как они сами являются сферами Шварцшильда. Нейтронные звёзды в состоянии коллапса представляют собой сферы, заполненные сверхплотной субстанцией в состоянии инфляции, т. е. являются миниатюрными копиями Вселенной с радиусом  $\sim 10 \text{ км}$ , массой порядка массы Солнца и плотностью  $\sim 10^{14} \text{ г/см}^3$ . Таким образом, модель инфляционной сферы в равной степени применима: 1) к очень протяжённым объектам с исчезающе малой плотностью (Вселенная); 2) к компактным объектам с ядерной плотностью (нейтронные звёзды). Вывод: процесс трансформации жидкой сферы в инфляционную реализуется по одному сценарию как для нейтронной звезды, так и для самой Вселенной. Этот процесс можно представить как выворачивание наизнанку четырёхмерной жидкой сферы, включающее зеркальное отражение во времени. Известно, что большинство нейтронных звёзд имеет радиус  $\sim 10 - 20 \text{ км}$ , поэтому их массы должны быть больше  $1,2 \times 10^{33} - 9,6 \times 10^{33} \text{ г}$ , что составляет  $0,6 - 4,8$  масс Солнца. (Масса Солнца  $M_{\odot} = 2,0 \times 10^{33} \text{ г}$ ). Однако большинство известных нейтронных звёзд имеют массы  $\sim 1,44 M_{\odot} = 2,88 \times 10^{33} \text{ г}$ . Теоретически возможно существование нейтронных звёзд с массой порядка двух солнечных, но таких звёзд очень мало. Одна из самых массивных нейтронных звёзд с массой  $\sim 1,88 M_{\odot}$  находится в созвездии Парус.

Для нейтронных звёзд отношения  $r_g/a$  и  $r_{br}/a$  близки к единице. Это означает, что они недалеко от состояния инфляционного коллапса, который переведёт их в объекты другой природы, какими не сможет быть подавляющее большинство звёзд. Так, коллапсу нейтронной звезды способствует скорость её вращения: чем она выше, тем ближе звезда к состоянию коллапса [37]. Таким образом, судьбы звёзд и других объектов Вселенной предопределены изначально соотношением между величинами их масс и размерами. В зависимости от сложившихся условий, звезда может взорваться, стать белым, красным, коричневым карликом, планетой,... При достаточно большой начальной массе звёзды в процессе эволюции могут сжаться и стать нейтронными звёздами, если раньше не растеряют массу, взрываясь либо истекая звёздным ветром. Увеличение по каким-либо причинам скорости вращения нейтронной звезды в определённых случаях превратит её во вращающийся коллапсар [37]. Если же масса звезды изначально мала, а сама она не смогла увеличить её, например, разорив соседку, то она пойдёт по эволюционному циклу, свойственному карликам. Таким образом, масса звезды является определяющим фактором её судьбы. Кстати, для квазаров величины  $r_g/a$  и  $r_{br}/a$  также близки к единице.

Сфера Шварцшильда иначе называется горизонт событий, откуда информация к наблюдателю приходит мгновенно. Таким образом, горизонт событий регулярных звёзд

находится глубоко под их поверхностью, а у нейтронных звёзд он является их поверхностью. Регистрация именно этого излучения неэлектромагнитного типа дало возможность Козыреву установить истинные положения ряда звёзд, звёздных скоплений, другой галактики. Исследование этой информации в будущем позволит анализировать состояние пространства, окружающего нейтронные звёзды. В 2007 году астрономами из штата Пенсильвания (США) и университета Макгилла (Канада) в созвездии Малая Медведица была обнаружена ближайшая к Земле одиночная нейтронная звезда 1RXS J141256.0+792204, названная *звезда Калвера*. Предположительно она является одиночной и “радиотихой”: излучает только в рентгеновском диапазоне. Изолированные рентгеновские нейтронные звёзды, не имеющие рядом двойника и остатков сверхновой, являются большой редкостью. До сих пор их было обнаружено семь. Астрономы обратили на неё внимание, сравнив каталог, в котором содержится 18 тысяч рентгеновских космических источников, с каталогом объектов, излучающих в видимом, инфракрасном и радиодиапазонах. Объект 1RXS J141256.0+792204 был отмечен только в рентгеновском диапазоне и отсутствовал в остальных. Предполагаемое расстояние до Солнца составляет 625 световых лет. Предположения о природе этой звезды не укладываются в существующие теории. Возможно, она является новым подтипом изолированных радиотихих нейтронных звёзд. Наличие в относительной близости от Солнца рентгеновской нейтронной звезды может оказывать сильное влияние на жизнь Земли.

Теперь поговорим о быстро вращающихся объектах Вселенной, к которым безусловно можно отнести вращающиеся нейтронные звёзды, называемые *пульсарами*. Эти звёзды являются источниками радио-, оптического, рентгеновского и гамма-излучений, которые приходят на Землю в виде строго периодических импульсов. Согласно современной концепции, пульсары представляют собой нейтронные звёзды, обладающие сильным магнитным полем. При этом магнитная ось наклонена к оси вращения, что и вызывает модуляцию сигнала. Периоды импульсов лежат в диапазоне от 640 импульсов в секунду (миллисекундные пульсары) до одного импульса за 5 секунд. Периоды большинства известных пульсаров лежат в диапазоне от 0,5 до 1 секунды (секундные пульсары). Строгая периодичность импульсов обусловлена вращением пульсаров. Пульсары непрерывно излучают энергию, часть которой составляет регистрируемое астрономами излучение, испускаемое малыми областями, расположенными в районе полюсов. Источником излучения является вращение звезды: этот вывод следует из того, что промежутки между импульсами медленно возрастают у всех пульсаров, т. е. вращение пульсара замедляется вследствие потери им энергии на излучение. Вращение пульсара можно рассматривать как следствие быстрого сжатия обычной вращающейся звезды до состояния, в котором её плотность близка к ядерной. При этом скорость вращения резко возрастает в силу закона сохранения импульса. Поведение пульсаров в рамках ОТО детально исследовано в [37], где пульсар моделируется сильно намагниченной вращающейся сферой, заполненной веществом ядерной плотности в состоянии инфляции (раздувания).

Исследование было проведено стандартным методом, принятым в рамках ОТО: решалась самосогласованная система стационарных уравнений Эйнштейна-Максвелла, записанная в терминах физических наблюдаемых величин [37]. В этом представлении четырёхмерный электромагнитный потенциал  $A^\alpha$  имеет одну временную (скалярную) компоненту  $\varphi$  и три векторных  $q^i$ . Электрическая и магнитная компоненты поля выражаются через производные от  $\varphi$  и  $q^i$  и физические характеристики гравитационного поля — гравитационно-инерциальную силу и угловую скорость вращения [37]. При этом для простоты предполагалось, что скалярный электромагнитный потенциал  $\varphi$  пульсара является постоянным. В этом случае напряжённость электрического поля определялась лишь произведением  $\varphi$  и гравитационно-инерциальной силы, действующей в пульсаре, а напряжённость магнитного поля — вихревым характером векторного поля и произведением  $\varphi$  на угловую скорость вращения вращения пульсара. Вихрь векторного потенциала  $q_i$  определяется условием  $\partial q_i / \partial x^k - \partial q_k / \partial x^i \neq 0$ . Решение системы было получено для случаев, когда векторное электромагнитное поле является: 1) безвихревым; 2) вихревым. В первом случае ось вращения пульсара совпадает с магнитной осью, а электромагнитное излучение в области полюсов отсутствует. Во втором случае магнитная ось пульсара имеет наклон к его оси вращения, и пульсар излучает в области полюсов. Таким образом, показано, что **отклонение магнитной оси пульсара от оси вращения обусловлено исключительно вихревым характером магнитного поля**. Это отклонение как раз и даёт возможность наблюдать пульсары благодаря их излучению в районе полюсов. Если же магнитное поле является безвихревым, то пульсар является замкнутой системой для реального

наблюдателя (не воспринимается как излучающий объект). Иными словами, в случае совпадения магнитной оси с осью вращения пульсар) в нашем мире не наблюдается. Последний случай стоит рассмотреть более детально. В частности, безвихревое электромагнитное поле может реализоваться в случае, когда векторный потенциал равен 0. В обычной электродинамике, базирующейся на плоском пространстве-времени (пространство Минковского), в случае постоянства скалярного потенциала и при отсутствии векторного напряжённости электрического и магнитного полей были бы просто равны 0. Однако в искривлённом пространстве-времени ОТО напряжённости электрического и магнитного полей определяются, соответственно, произведениями скаляра  $\varphi$  на гравитационно-инерциальную силу и угловую скорость. Напряжённости электрического и магнитного полей в случае  $\varphi = \text{const}$  и  $q^i = 0$  имеют вид  $E^i = -(\varphi/c^2)F^i$  и  $H^i = -(2\varphi/c)\Omega^i$ , где  $\Omega^i$  есть псевдовектор угловой скорости вращения звезды. В данном случае гравитационная сила есть сила отталкивания  $F^i = c^2 r/a^2 > 0$  [37]. Таким образом, гравитирующий и вращающийся постоянный магнит, рассматриваемый в качестве модели пульсара, обладает электрическим и магнитным полями, обусловленными взаимодействием скалярного электромагнитного потенциала с физическими характеристиками пульсара — гравитационно-инерциальной силой отталкивания и угловой скоростью вращения. Конечно, даже в этой упрощённой модели излучение идёт во всех направлениях, за исключением области полюсов. Но дело в том, что чрезвычайно сильное магнитное поле пульсара не пропускает излучения нигде, кроме области полюсов, где это поле ослабевает. А именно в области полюсов вектор Пойнтинга, характеризующий электромагнитное излучение, равен нулю [37]. В случае вихревого векторного электромагнитного поля пульсар излучает повсеместно, в том числе, и на полюсах. При этом излучение есть сумма излучения безвихревого поля и излучения, обусловленного исключительно вихревым характером магнитной составляющей электромагнитного поля. И наблюдатели регистрируют как раз результат воздействия вихрей магнитного поля, так как именно это излучение проходит через магнитное поле там, где это возможно, т. е. в области полюсов. Таким образом, именно отклонение магнитной оси от оси вращения, вызванное вихрем магнитного поля, позволяет зарегистрировать излучение пульсара.

Теперь осталось решить вопрос о горизонте событий пульсара. Как известно, горизонт событий есть поверхность сколлапсировавшего объекта (коллапсара). Поскольку на поверхности коллапсара время для наблюдателя останавливается, такой объект является в принципе ненаблюдаемым (нет хода времени — нет и процессов, которые можно наблюдать). Поэтому коллапсар и называется “чёрной дырой”. Горизонт событий невращающейся нейтронной звезды совпадает с её поверхностью, поэтому и нет достоверных данных о существовании невращающихся нейтронных звёзд. Однако можно рассчитать радиус горизонта событий вращающейся нейтронной звезды, используя условие остановки наблюдаемого времени  $d\tau = 0$ , которое во вращающейся системе отсчёта имеет вид:  $w + v_i u^i = c^2$ , где  $w$  — трёхмерный гравитационный потенциал,  $v_i$  — линейная скорость вращения пространства,  $u^i$  — координатная скорость. В [37] получено выражение для радиуса вращающегося коллапсара  $r_c = a/(1 + \omega^2 a^2/c^2)^{1/2}$ , где  $\omega$  — угловая скорость вращения нейтронной звезды. Отсюда видно, что горизонт событий вращающейся нейтронной звезды находится внутри неё. При этом, чем больше  $\omega$ , тем глубже под поверхностью звезды находится коллапсар. Так, для миллисекундных пульсаров ( $\omega \sim 10^3 \text{ сек}^{-1}$ ,  $a = 10 \text{ км}$ ) горизонт событий расположен на глубине 5,5 метров. Таким образом, пульсары доступны для наблюдений в силу того, что их горизонт событий находится под поверхностью звезды.

Помимо горизонта событий, в астрофизике фигурирует такое понятие как *световой цилиндр*. Радиус светового цилиндра определяется как расстояние, на котором линейная скорость вращения пространства равна скорости света. При этом молчаливо предполагается, что не только пульсар вращается, но он увлекает своим вращением окружающее пространство. Фактически это означает признание реальности существования поля вращения. Для миллисекундного пульсара радиус светового цилиндра  $r = c/\omega = 300 \text{ км}$ . Все силовые линии магнитного поля оказываются замкнутыми, за исключением силовых линий, находящихся вблизи полюсов. В сильном магнитном поле образуется плазма, которая может выйти наружу только вдоль незамкнутых силовых линий в районе полюсов. Наблюдаемый эффект пульсара, как было показано выше, имеет место только в случае вихревого магнитного поля: тогда магнитная ось имеет наклон к оси вращения. Для самых быстрых миллисекундных пульсаров  $\omega \sim 10^3 \text{ сек}^{-1}$ , следовательно  $r \sim 300 \text{ км}$ . Астрономы предполагают, что пространство внутри цилиндра

заполнено вторичной плазмой, а все силовые линии магнитного поля замкнуты внутри светового цилиндра, незамкнутыми остаются лишь силовые линии вблизи полюсов, откуда и идёт излучение.

Подведём итог сказанному. Фактически все звёзды делятся на две группы в зависимости от соотношения их плотностей и радиусов (или масс и радиусов). В первой группе находятся звёзды, плотность которых много меньше критической:  $\rho_0 \ll \rho_{кр} = 3c^2/8\pi Ga^2$ . Они представляют собой небольшие сверхплотные ядра, окружённые жидкой атмосферой. В зависимости от размеров ядра, эти звёзды теряют вещество (*звёздный ветер*), истекающее со скоростью, зависящей от их размеров и масс. К этой группе относятся типа звёзды Вольф-Райе, истечение вещества из которых осуществляется со скоростями 1000–2000 км/сек. Звёзды первой группы не могут стать ни нейтронными звёздами, ни коллапсарами. Свой эволюционный путь они закончат как карлики, белые или коричневые, в зависимости от величин их масс и температур на заключительном этапе. Ко второй группе относятся звёзды, плотность которых достигает критической, а масса формирует ядро с радиусом порядка 10 км. В этом случае для них возможны два пути развития: а) в результате сжатия плотность жидкой среды становится равной критической, звезда взрывается, избавляясь от жидкой атмосферы, и внутреннее ядро становится нейтронной звездой — инфляционным коллапсаром, излучающим “время”, т. е. “белой дырой”; б) в результате сжатия величина плотности становится меньше  $\rho_{кр}$ , и звезда после взрыва превращается в “чёрную дыру”, поглощающую “время” [37]. В последнем случае она становится невидимой для реального наблюдателя. Таковы пути эволюции звёзд, если рассматривать их как объекты четырёхмерного искривлённого пространственно-временного континуума, моделирующего четырёхмерную проекцию многомерности.

Сфероид Галактики состоит из 5 подсистем: 1) сферическая (гало); 2) промежуточная сферическая (“балдж”); 3) диск; 4) старая плоская; 5) молодая плоская. В атмосферах звёзд сферической составляющей тяжёлых химических элементов (в частности, металлов) содержится примерно в 100 раз меньше, чем у звёзд плоской молодой подсистемы. “Прорисовывается” порядок образования звёзд в Галактике, сначала — во всём сферическом объёме. Наиболее массивные из звёзд быстро расходуют запасы своего “горючего” и вспыхивают как сверхновые, пополняя тяжёлыми химическими элементами вещество межзвёздной среды. Оно, между тем, обращаясь вокруг Центра Галактики, “оседает” к её плоскости, и в нём происходит формирование “второго поколения звёзд” и т. д.

Для наглядности результаты исследований приведены в виде таблицы, в которой представлены физические характеристики разных объектов — от Вселенной до планеты-гиганта. Расчёты производились как в соответствии с конкретными данными объектов, но в некоторых случаях использовались некие усреднённые характеристики. Из неё следует, что существует два класса объектов: 1) Вселенная, квазары, нейтронные звёзды; 2) галактики, регулярные звёзды, планеты-гиганты. Возможно, что квазары играют во Вселенной ту же роль, что и нейтронные звёзды. Полученная картина косвенно подтверждает работы тех учёных, которые склоняются к тому, что Вселенная обладает фрактальной структурой [16, 17]. В соответствии с теорией фракталов, применённой к разномасштабным структурам нашего мира — от Вселенной до растений, микробов и т. д., сочетания разных структур повторяются на всех ступенях бесконечной иерархической структуры, называемой Бесконечным Пространством Времени, или просто Бесконечностью.

**Таблица 1.**  
**Сравнительные характеристики объектов Вселенной**

Объект	Плотность $\rho_0$ (г/см <sup>3</sup> )	Радиус $a$ (см)	Масса $M$ (г)	Радиус Гильберта $r_g$ (см)	Радиус разрыва пространства $r_{br}$ (см)	$r_g/a$	$r_{br}/a$
Вселенная	$9,5 \times 10^{-30}$	$1,3 \times 10^{28}$	$8,8 \times 10^{55}$	$1,3 \times 10^{28}$	$1,3 \times 10^{28}$	1	1
Млечный Путь	$1,2 \times 10^{-20}$	$4,8 \times 10^{21}$	$6,0 \times 10^{45}$	$8,9 \times 10^{17}$	$3,7 \times 10^{23}$	$1,8 \times 10^{-4}$	77,1
Квазар	$3,5 \times 10^{-2}$	$3 \times 10^{14}$	$4,0 \times 10^{42}$	$3 \times 10^{14}$	$2,1 \times 10^{14}$	1	0,7
Красный сверхгигант (Бетельгейзе)	$2,8 \times 10^{-8}$	$7 \times 10^{13}$	$4 \times 10^{34}$	$5,9 \times 10^6$	$2,4 \times 10^{17}$	$4,3 \times 10^{-7}$	$5,1 \times 10^6$

Белый сверхгигант (Ригель)	$7,4 \times 10^{-7}$	$4,8 \times 10^{12}$	$3,4 \times 10^{34}$	$5 \times 10^6$	$4,6 \times 10^{16}$	$5,0 \times 10^{-6}$	$9,6 \times 10^3$
Солнце	1,41	$7 \times 10^{10}$	$2 \times 10^{33}$	$2,9 \times 10^5$	$3,4 \times 10^{13}$	$4,1 \times 10^{-6}$	486
Юпитер	1,38	$7,1 \times 10^9$	$1,9 \times 10^{30}$	281,2	$3,4 \times 10^{13}$	$4,0 \times 10^{-8}$	$4,8 \times 10^3$
Белый карлик	$2,0 \times 10^6$	$7 \times 10^8$	$2,9 \times 10^{33}$	$4,0 \times 10^5$	$2,8 \times 10^{10}$	$5,7 \times 10^{-4}$	40
Красный карлик	13,1	$2,3 \times 10^{10}$	$6,7 \times 10^{32}$	$9,9 \times 10^4$	$1,1 \times 10^{13}$	$4,3 \times 10^{-6}$	478
Коричневый карлик	0,1	$7 \times 10^9$	$1,5 \times 10^{32}$	$2,2 \times 10^4$	$1,3 \times 10^{14}$	$3,1 \times 10^{-6}$	$1,9 \times 10^4$
Нейтронная звезда	$7,6 \times 10^{14}$	$10^6$	$3,2 \times 10^{33}$	$4,7 \times 10^5$	$1,4 \times 10^6$	0,5	1,4

## §6. Разрыв пространства Солнечной системы

До сих пор основное внимание уделялось космическим объектам, которые в силу своей структуры обладают способностью останавливать время и разрывать пространство на расстояниях, равным их радиусам. Этот раздел посвящён целиком Солнечной системе, центром которой является жёлтый карлик по имени Солнце, относящийся к регулярным звёздам. В данной работе они рассматриваются как жидкие несжимаемые сферы, для которых  $r_g \ll a$ , в отличие от нейтронных, для которых  $r_g = a$ . Ранее было показано, что Солнце — это трёхкилометровая сфера Шварцшильда, окружённая жидкой атмосферой. Вполне возможно, что сферы Шварцшильда, находящиеся в недрах обычных звёзд, обладают той же структурой, что и нейтронные звёзды. Например, для Солнца радиус сферы Шварцшильда составляет 3 км. Полагая массу этой сферы равной  $M_\odot$ , находим значение плотности внутри неё  $\rho_0 = 1,8 \times 10^{16}$  г/см<sup>3</sup>, что превосходит принятые в настоящее время значения плотности нейтронных звёзд. Возможно, что ядро находится в состоянии, пока не рассматриваемом современной наукой. Солнце можно рассматривать как сверхплотную сферу (ядро) радиусом 3 км, окружённую “атмосферой из несжимаемой жидкости”. Возможно, сверхплотные ядра внутри регулярных звёзд, также “излучают время” подобно нейтронным звёздам. Согласно Козыреву, время несёт энергию, поддерживающую (а, возможно, и вызывающую) свечение звёзд. Само Солнце не может стать нейтронной звездой, так как его критическая плотность  $\rho_{кр} = 3,3 \times 10^5$  г/см<sup>3</sup>, что входит в диапазон значений плотности белого карлика. Этот вывод вполне соответствует современной теории эволюции звёзд. Однако Солнце, как и многие другие космические тела, создаёт разрыв пространства, расстояние до которого определяется плотностью его вещества. Радиус разрыва пространства  $r_{br} = (3/\kappa\rho_0)^{1/2}$  для Солнца равен 2,3 а. е. =  $3,45 \times 10^{13}$  см, радиус Солнца  $a = 7 \times 10^{10}$  см, следовательно,  $r_{br}/a = 214.3$ , отношение  $r_g/a = 4,2 \times 10^{-6}$ . Подобная ситуация имеет место для всех регулярных звёзд, но вследствие их удалённости мы не можем детально исследовать строение их планетных систем, если таковые имеются. Выше было показано, что величина гравитационного радиуса физического определяется исключительно его массой, а радиус разрыва зависит только от плотности тела. Масса тела замедляет ход наблюдаемого времени вплоть до полной его остановки, а плотность создаёт разрыв пространства. Можно сказать, что физическое тело есть сгущение материи, а создаваемый им разрыв пространства является его разряжением. Возможно, чередование сгущений и разряжений пространства есть проявление закона сохранения энергии, который носит универсальный характер.

Влияет ли каким-то образом этот разрыв на структуру Солнечной системы? Солнце — источник гравитационного поля, удерживающего вокруг себя планеты с их спутниками, астероиды, кометы, крупное и мелкое метеорное вещество, межзвёздную пыль и газ. Крупные тела Солнечной системы — планеты разбиты на 2 группы: 1) планеты земной группы (Меркурий, Венера, Земля, Марс); 2) планеты-гиганты (Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун). Девятая планета Плутон решением Международного Астрономического Союза (МАС) от 2006 года была переведена в разряд малых планет. Этот термин введён в 2006 году решением XXVI Генеральной ассамблеи Международного Астрономического Союза (МАС). Объект, отнесённый к карликовым планетам, должен удовлетворять следующим критериям:

- 1) вращается вокруг Солнца;
- 2) достаточно велика и массивна, чтобы принять шарообразную форму;
- 3) не очищает окрестности своей орбиты так, чтобы рядом не было других сравнимых по размерам тел;
- 4) не является спутником другой планеты.

Помимо планет, в Солнечной системе существуют пояса, образованные более мелкими телами. Ближе всего к Солнцу находится *Пояс астероидов* — область Солнечной системы, расположенная между орбитами Марса и Юпитера, занимающая область от 2.1 до 4.3 а. е. Эта область является местом скопления множества объектов преимущественно неправильной формы. Суммарная масса составляет 4% массы Луны, и больше её половины сосредоточено в четырёх астероидах: Церера, Паллада, Веста, Гигея. Их средний диаметр 400 км, причём диаметр Паллады (единственной карликовой планеты) больше 950 км, а её масса вдвое превышает суммарную массу Цереры и Весты и составляет 32% от общей массы пояса астероидов. Церера, открытая итальянским астрономом Джузеппе Пиацци 1 января 1801 года, имеет форму, близкую к сферической. Согласно предположениям, она имеет каменное ядро и ледяную мантию. Её поверхность состоит из смеси льда, глины, карбонатов. Возможно, под ней имеется вода в виде океанов. Толщина мантии 100 км (23–28% общей массы и 50% объёма). Церера — ближайшая к нам *карликовая планета*. Её расстояние от Солнца 2.77 равно а. е. Церера.

Ещё одним скоплением малых тел является *пояс Койпера* — область Солнечной системы, начинающаяся от орбиты Нептуна (30 а. е.) и простирающаяся до расстояния 44 а. е. Он в 20 раз шире и в 20–200 раз массивнее пояса астероидов. Как и пояс астероидов, пояс Койпера состоит из малых тел. Но если объекты пояса астероидов в основном содержат горные породы и металлы, то объекты пояса Койпера главным образом состоят из летучих тел (льдов): метана, аммиака, воды. Этот пояс близок к составу комет, но не является их источником. В этой области ближнего космоса находятся три карликовые планеты — Плутон, Хаумеа, Макемаке. Пояс Койпера динамически стабилен, а его крупнейший известный объект — Плутон, переведённый в разряд малых планет решением Международного Астрономического Союза. Помимо пояса Койпера, имеется *рассеянный диск* — удалённый регион Солнечной системы, слабо заселённый малыми телами, в основном состоящими из льда. Объекты рассеянного диска относятся к подмножеству большого семейства транснептуновых объектов. Внутренняя область диска частично перекрывается поясом Койпера, а внешняя пролегает далеко от Солнца гораздо выше и ниже плоскости эклиптики. В отличие от динамически стабильного пояса Койпера (бублика, расположенного на расстоянии 30–44 а. е.) рассеянный диск является более непостоянной средой. Его объекты могут двигаться как по горизонтали, так и по вертикали на одинаковые расстояния.

Теперь посмотрим на Солнечную систему как на часть пространства-времени. Ранее было показано, что поверхность Шварцшильда, на которой время останавливается, находится глубоко под поверхностью Солнца. Движение планет в Солнечной системе довольно точно описывается в ньютоновской теории тяготения. Исключение составляет Меркурий, смещение перигелия которого немного отличается от вычисленного в рамках теории Ньютона. Этот эффект является чисто релятивистским, поэтому успешно объясняется в рамках теории относительности. Можно думать, что сферы Шварцшильда, радиус которых  $r_g \ll a$ , являются источниками гравитационного поля ньютоновского типа. Таким образом, именно регулярные звёзды являются источниками гравитационных полей притяжения, являющихся частями гравитационных полей более крупных объектов. Например, для Млечного Пути отношение  $r_g/a = 1,8 \times 10^{-4}$ , следовательно, внутренняя сфера Шварцшильда является источником ньютоновской гравитации. Правда, в нашей Галактике, помимо регулярных, существуют и нейтронные звёзды, обладающие гравитационной энергией неньютоновского типа, проявляющейся в виде сил отталкивания. Однако, являясь частями тела Галактики, они могут лишь вносить свой вклад в движение окружающих звёзд, вызывая небольшие отклонения от траекторий, вычисленных в рамках теории Ньютона. Эти отклонения могут восприниматься астрономами как проявление “тёмной энергии”. Но вернёмся в Солнечную систему.

Выше было показано, что каждое тело, обладающее массой, воздействует на ход наблюдаемого времени, так как масса определяет радиус сферы Шварцшильда, на которой время для наблюдателя останавливается. Но всякое материальное тело обладает также плотностью, поэтому его можно рассматривать как сгущение вещества. Например, однородная

жидкая сфера разрывает окружающее пространство, и радиус разрыва  $r_{br} = (3/\kappa\rho_0)^{1/2}$  для тем меньше, чем выше её плотность. Солнце, плотность которого  $\rho_0 = 1,4 \text{ г/см}^3$ , разрывает пространство на расстоянии  $r_{br} = 2,3 \text{ а. е.}$ , следовательно, поверхность разрыва находится внутри Пояса астероидов. Эту же методику расчёта можно применить и к планетам-гигантам, схожим по своей структуре со звёздами-карликами. Результаты вычислений приведены в таблице 2. Получилось, что Солнечная система разорвана пополам широкой полосой (Поясом астероидов), по одну сторону от которой находятся планеты земной группы, а по другую – планеты-гиганты во главе с Юпитером. Плотности Солнца и Юпитера почти одинаковы, поэтому их радиусы разрыва близки по значению: Солнце и Юпитер одинаково растягивают ткань пространства вплоть до её разрыва. Но царствует в нашей системе Солнце, так как его масса почти в 1000 раз больше массы Юпитера. Поэтому все планеты с их спутниками вращаются вокруг Солнца – ведь именно величиной массы определяется сила ньютоновского гравитационного притяжения:  $F = GmM/r^2$ , где  $M$  – притягивающая (центральная) масса,  $r$  – расстояние до центра притягивающей массы,  $m$  – масса притягиваемого тела. Можно предположить, что когда-то Солнце и Юпитер разорвали пространство, пытаясь стянуть его каждый на себя (см. таблицу 2). В результате этой битвы, в которой победило Солнце, обладающее большей массой, чем Юпитер, мы живём внутри области разрыва, в которой находятся планеты земного типа — сгоревшие либо догорающие. А за Поясом астероидов лежит область планет-гигантов, более похожих на звёзды, чем планеты земной группы, окружённых очень интересными спутниками, изучение которых становится всё более пристальным.

О планетах земного типа нам достоверно известно, что они покрыты твёрдой корой. Но для нас пока скрыта внутренняя структура Земли. Мы не знаем достоверно, что же находится на большой глубине под её корой. Для описания современного состояния Земли было бы некорректно сходу применить модель жидкой сферы, но можно сделать оценки величин  $r_g/a$  и  $r_{br}/a$ , равных, соответственно  $1,4 \times 10^{-9}$  и  $2,6 \times 10^4$ . (см табл. 2). Получается, что Земля, как и звёзды Главной последовательности, не смогла стянуть на себя пространство и остановить время. Что же в результате? “Земля покрыта пеплом и состоит из пепла... И сама вода океанов ... есть только продукт гигантского горения водорода в кислороде. Всюду пепел: камни – пепел, вода – пепел, горы – пепел...Остатки несгоревшего ничтожны: (золото, серебро, железо, алюминий...)” [2]. Тело планеты попросту сгорело, но это пепелище стало местом для жизни разных биологических видов — растений, животных, людей. Водород сгорел на поверхности, но о его судьбе глубоко в недрах планеты в официальной науке сведений нет. Заметим, что Меркурий, Венера и Земля планеты находятся внутри области разрыва, а вот Марс имеет область пересечения с Поясом астероидов. Расчёты показывают, что из планет-гигантов только орбиты Юпитера и Сатурна пересекаются с Поясом астероидов, а орбита Нептуна пересекается с поясом Койпера. Но где же границы Солнечной системы как фрагмента Вселенной)?

Современные исследования, основанные на данных космических аппаратов Вояджер-1 и Вояджер-2 свидетельствуют о том, что Солнечная система представляет собой пузырь, заполненный, помимо вышеупомянутых объектов, *звёздным ветром*, состоящим из заряженных частиц, ежесекундно излучаемых Солнцем. Пузырь получил название *гелиосфера*. Солнечная материя может покидать тело Солнца в результате её выдувания, обусловленного воздействием солнечного ядра. Считается, что граница гелиосферы находится там, где солнечный ветер полностью тормозится воздействием окружающего Солнечную систему межзвёздного газа. Согласно оценкам, граница должна пролегать на расстоянии порядка 100–150 а. е. На 22 февраля 2014 года Вояджер-1 находится на расстоянии 127 а. е. от Солнца, но пока не достиг границ гелиосферы, так как ещё регистрирует звёздный ветер, хотя и очень медленный. Между тем, если считать, что тело Солнечной системы как объекта Вселенной есть пузырь, заполненный плазмой, то у него должна быть граница. В силу законов механики, наиболее тяжёлые объекты, находящиеся в пузыре, должны находиться примерно в одной плоскости, а более лёгкие составляющие — занимать всё пространство гелиосферы. Так происходит и на самом деле: планеты и тяжёлые астероиды концентрируются в плоскостях, близких к плоскости эклиптики, а более лёгкие (кометы, астероиды пояса Койпера) — выходят за её пределы. Поскольку структура гелиосферы подчиняется законам механики, интересно провести теоретическое исследование. Оно может помочь найти закономерности, которые в принципе не может установить ньютоновская теория тяготения.

Для того чтобы определить границу пузыря, в котором находится Солнечная система,

распространим понятие *световой цилиндр* на гравитационное поле обычных звёзд, поскольку все они вращаются с той или иной угловой скоростью. Величина угловой скорости вращения характеризует часть энергии звезды, проявляющейся как вращение окружающего пространства. Точнее, *звезда вращает пространство*. Рассматривая это вращение как твердотельное (как это было сделано для пульсаров), определим расстояние, на котором скорость пространства будет световой. Угловая скорость вращения Солнца на экваторе  $\omega = v/a$ , где линейная скорость вращения  $v = 2$  км/сек, радиус  $a = 7 \times 10^5$  км. Поскольку для Солнца  $\omega = 2,8 \times 10^{-6}$  сек<sup>-1</sup>, находим  $r = c/\omega = 10^{16}$  см = 666,7 а. е. Крайней планетой считается Нептун, находящийся на расстоянии 30 а. е. от Солнца, так как Плутон (39,55 а. е.) отнесён к малым планетам. Получается, что область обитания планет заканчивается значительно ближе границы Солнечного пузыря. Может быть, мы чего-то не знаем или просто забыли о знании, которым обладали предшествующие нам поколения? И если знание о прошлом приходит к нам в какой-либо форме именно сейчас, возможно, есть повод задуматься: а вдруг эта информация пришла к нам неслучайно?

В русских сказках, хранящих в своих глубинах Знание о прошлом, говорится о том, что в Солнечной системе существует 27 планет (тридцать земель Тридевятого Царства, за которым следует Тридесятое Государство, включающее Тридевятое в силу фрактальности структуры). Слово “земля” соответствует современному понятию “планета”, а все земли делятся на 3 системы по 9 земель каждая. При этом масса всех планет равна массе Ярилы-Солнца. Последние 9 земель составляют земли порубежного контроля, гравитационные поля которых устроены таким образом, что внутренние планеты не могут покинуть Солнечную систему. Для того чтобы сопоставить древние знания с современными, построим таблицу 3. В первых двух столбцах таблицы 3 приведены названия земель и периоды их вращения в земных годах, указанные в [38]. Второй столбец содержит величины больших полуосей планет, вычисленных в соответствии с третьим законом Кеплера: *квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся как кубы больших полуосей орбит планет*. В третьем столбце приводятся названия современных объектов Солнечной, отождествлённых с землями из первого столбца. Некоторые удалённые земли отождествляются с планетами, используемыми в астрологии, однако они не обнаружены астрономами, поэтому здесь они не приводятся. Возможно, эти земли по какой-то причине в настоящее время скрыты от нас. Четвёртый столбец содержит величины средних орбитальных скоростей земель, вычисленных из условия невесомости, которое устанавливает связь орбитальной скорости вращения с величиной гравитационного потенциала центрального тела:  $v^2 = GM/r$ , где в данном случае  $M = 2,0 \times 10^{33}$  г — масса Солнца,  $r$  — расстояние от Солнца до орбитирующего тела. В пятом и шестом столбцах приводятся современные значения периодов обращения и больших полуосей для объектов, известных в ведическом знании. Особый интерес здесь представляет земля *Дея*, более известная как *Фаэтон*. Дея была разрушена свыше 150 тыс. лет тому назад, в результате чего появился пояс астероидов. При исследовании гравитационного поля жидкого Солнца [23] было показано, что оно имеет особенность (*разрыв пространства*) на расстоянии 2,3 а. е. от Солнца, т. е. внутри пояса астероидов. Получается, что самый современный (релятивистский) метод описания Солнечной системы содержит память о давней катастрофе.

Скорости орбитального вращения планет вычислены из условия невесомости  $GM/r = v^2$ , где  $v$  — орбитальная скорость вращения. Условие невесомости представляет собой другую формулировку третьего закона Кеплера: *квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся как кубы больших полуосей орбит*. В теории Ньютона оно следует из условия равенства силы тяготения и центробежной силы, в ОТО — из условия синхронизации времени наблюдателя, находящегося в гравитационном поле вращающегося тела, и идеального (эфмеридного) времени. Напомним, элементарный интервал наблюдаемого времени  $d\tau = [1 - (w + v_i u^i)/c^2] dt$ , где  $\tau$  — собственное время наблюдателя,  $w$  — гравитационный потенциал,  $v_i$  — скорость вращения пространства,  $u^i$  — собственная скорость вращающегося тела,  $t$  — идеальное (эфмеридное) время [12]. Синхронизации наблюдаемого и эфмеридного времени имеет место при условии  $d\tau = dt$ , которое имеет вид:  $w = -v_i u^i$ . В случае гравитационного поля, создаваемого уединённой массой,  $w = -GM/r$  — ньютоновский гравитационный потенциал,  $v_i u^i = v^2$ , где  $v$  — линейная скорость вращения. Невесомость — первая ступень избавления от тяготения путём достижения первой космической скорости. Это состояние представляет собой баланс между притяжением к центру гравитирующего тела и вихревым (вращательным) движением, уносящим от источника гравитационного поля. Вторая ступень освобождения от гравитации — это выход из гравитационного поля притягивающего центра путём достижения

второй космической скорости, и т. д. Но всякое тело, обладающее массой, непременно попадёт в поле притяжения тела, обладающего большей массой. Гравитационное притяжение и вихревые движения – основные силы, действующие в материальном мире, но корни их лежат вне этого мира и подчиняются лишь Времени.

В самом начале 2018 года американские астрономы из Калифорнийского технологического института Майк Браун и Константин Батыгин сообщили об обнаружении в Солнечной системе ещё одной планеты. Результаты их поисков были опубликованы в *The Astronomical Journal*. Согласно их исследованиям, “новая” планета представляет собой объект размером с Нептун, а его масса примерно в 10 раз больше земной. Она движется по сильно вытянутой орбите и наклонённой к плоскости эклиптике орбите, совершая один оборот вокруг Солнца примерно за 15000 лет. Малая и большая полуоси орбиты планеты равны, соответственно 600 и 1200 а. е. Таким образом, эта планета расположена ближе к Облаку Оорта. Обратившись к таблице 3, легко видеть, что “новая” планета — это, скорее всего, Дайм, крайняя планета, находящаяся ближе всех остальных к границе 27-планетной системы Ярила-Солнца, определяемой расстоянием до стенки светоподобного цилиндра.

Выше было получено, что граница Солнечной системы, определяемая как область, где скорость вращения пространства Солнца равна скорости света, расположена на расстоянии 666,7 а. е. от Солнца. Из таблицы видно, что ближе всего к этой границе располагается крайняя земля порубежного контроля Дайм, движущаяся со скоростью 1,19 км/сек. Таким образом, планеты (земли) находятся внутри светового цилиндра Солнца, а самые удалённые — недалеко от его границ. Однако объекты Солнечной системы находятся и далеко за пределами области существования планет. Астрономы предполагают существование *Облака Оорта* — сферообразной области Солнечной системы, служащей источником долгопериодических комет. Предполагаемое расстояние до внешних границ составляет примерно 50000–100000 а. е. (примерно один световой год ( $1 \text{ с. г.} = 9,5 \times 10^{17} \text{ см}$ )). Облако Оорта включает две области: внутреннее в виде диска (2000–20000 а. е.) и внешнее сферическое. Объекты состоят из водяных, метановых и аммиачных льдов. Просматривается некая аналогия структуры Солнечной системы и Млечного Пути, где более тяжёлые звёзды и пыль концентрируются вблизи экваториальной плоскости, а более лёгкие звёзды формируют сферическую подсистему.

Внешняя граница определяет гравитационную границу Солнечной системы — сферу Хилла. Так называется пространство вокруг астрономического объекта, в котором он способен удерживать спутник, несмотря на притяжение объекта, вокруг которого вращается сам. Эта задача не будет здесь рассматриваться, так как вопрос о том, вокруг какой звезды вращается Солнце, пока остаётся открытым. Вспомним, что Солнце, расположенное чуть выше галактической плоскости, движется относительно галактического центра в направлении к созвездию Лебедя со скоростью равна 230 км/сек, совершая 1 оборот примерно за 200 миллионов лет. Каждые 33 миллиона лет Солнце поднимается над экватором на 230 с. г. и опускается под него. Скорость Солнца относительно межзвёздного газа равна 25 км/сек, относительно ближайших звёзд оно движется со скоростью 19,4 км/сек вверх от галактической плоскости в направлении созвездия Геркулеса. Солнце находится почти в середине звёздного облака, названного Местной группой звёзд. Это скопление имеет слегка сплюснутую сфероидальную форму и находится в направлении на созвездие Киль. Солнце расположено в поясе Гулда, представляющего собой диск из молодых звёзд, возрастом 10–20 млн лет. Размер 1500–3000 с. г., а центр находится на расстоянии 500–800 с. г. от Солнца. Пояс Гулда наклонён к плоскости Галактики.

Движение Солнца относительно более близких звёзд, к сожалению, в современной астрономии точно не установлено. В 1847 году немецкий астроном Иоганн Медлер, основываясь на наблюдениях, предположил, что Солнце вращается вокруг центральной звезды рассеянного звёздного скопления Плеяды — Альционы, совершая 1 оборот за 18,2 миллиона лет [39]. В древнем описании Мира существует понятие *чертог* — система звёзд с окружающими планетами, обращающихся вокруг общего центра. Предполагается, что центр чертога, в котором находится Солнце, вращается вокруг звезды, находящейся в созвездии Малой Медведицы (чертог Зимун или Небесная корова). Возможно, что это нейтронная звезда 1RXS J141256.0+792204, о которой рассказывалось выше. Более того, утверждается, что Солнце входит в систему из трёх звёзд, две из которых — белый гигант и коричневый карлик (Мара, имеющая спутника Немезиду). Этот спутник некоторые исследователи отождествляют с таинственной планетой Нибиру, оказывающей в определённые периоды времени катастрофическое влияние на Землю. Расстояние до Плеяд по оценкам астрономов, примерно

440 с. г., расстояние до нейтронной звезды лежит в диапазоне 250–1000 с. г. Если учесть, что Альциона является белым (точнее, бело-голубым) гигантом, то вполне возможна связь Плеяд с упомянутой нейтронной звездой: например, Альциона может вращаться вокруг неё, увлекая за собой Солнце. Если это действительно так, то Солнце питается высокочастотной энергией рентгеновской нейтронной звезды. Конечно, если Солнце есть спутник Альционы, то к нему приходит энергия нейтронной звезды, переизлучённая Альционой, следовательно, более низкочастотная. Возможно, это и к лучшему: неизвестно, выдержали бы мы более высокие энергии, получаемые непосредственно от нейтронной звезды рентгеновского диапазона. Кстати, Альциона сама по себе очень интересная звезда: её масса равна 6 солнечным массам, радиус равен 10 солнечным, а скорость вращения на экваторе составляет 215 км/сек, т. е. в 100 раз выше, чем у Солнца. В силу такого быстрого вращения Альциона обладает диском, расположенным в экваториальной плоскости, который образован веществом звезды, потерянным ей из-за высокой скорости вращения. По размеру она примерно в 10 раз больше Солнца. Зная радиус звезды и её линейную скорость вращения, легко вычислить, что радиус её светового цилиндра составляет  $10^{15}$  см, т. е. около 2 а. е., что примерно в 330 раз меньше светового цилиндра Солнца. Так что если Альциона обладает планетной системой, то её расстояние от звезды до самой дальней планеты не превышает 2 а. е.

**Таблица 2.**  
**Характеристики планет Солнечной системы**

Объект	Масса $M$ (г)	Радиус поверхности $a$ (см)	Плотность $\rho$ (г/см <sup>3</sup> )	Радиус Гильберта $r_g$ (см)	$r_g/a$	Большая полуось $a$ (а. е.)	Радиус сферы разрыва $r_{br}$ (а. е.)	Расположение сферы разрыва
<i>Солнце</i>	$1,98 \times 10^{33}$	$6,95 \times 10^{10}$	1.41	$2,93 \times 10^5$	$4,22 \times 10^{-6}$	—	2,3	пересекает пояс астероидов
<i>Меркурий</i>	$2,21 \times 10^{26}$	$2,36 \times 10^8$	4.1	0,033	$1,39 \times 10^{-10}$	0.38	1.3	внутри СРП Солнца
<i>Венера</i>	$4,93 \times 10^{27}$	$6,19 \times 10^8$	5.1	0,73	$1,18 \times 10^{-9}$	0.72	1.2	внутри СРП Солнца
<i>Земля</i>	$5,97 \times 10^{27}$	$6,38 \times 10^8$	5.52	0.88	$1,38 \times 10^{-9}$	1	1.1	пересекается с СРП Солнца и поясом астероидов
<i>Марс</i>	$6,42 \times 10^{26}$	$3,44 \times 10^8$	3.8	0,01	$2,76 \times 10^{-10}$	1.52	1.4	пересекается с СРП Солнца и поясом астероидов
<i>Юпитер</i>	$1,90 \times 10^{30}$	$7,14 \times 10^9$	1.38	281.2	$3,94 \times 10^{-8}$	5,19	2.3	пересекается с поясом астероидов и с СРП Солнца
<i>Сатурн</i>	$5,68 \times 10^{29}$	$6,00 \times 10^9$	0.72	84.06	$1,40 \times 10^{-8}$	9.54	3.1	пересекается с СРП Юпитера при сближении
<i>Уран</i>	$8,72 \times 10^{28}$	$2,55 \times 10^9$	1.3	12.91	$5,06 \times 10^{-9}$	19.19	2.3	нет пересечений с другими СРП
<i>Нептун</i>	$1,03 \times 10^{29}$	$2,48 \times 10^9$	1,64	15.24	$6,14 \times 10^{-9}$	30.07	2.4	пересекает пояс Койпера
<i>Плутон</i>	$1,03 \times 10^{25}$	$1,1 \times 10^{10}$	2,03	0,002	$1,35 \times 10^{-13}$	39,48	1,0	нет пересечений с другими СРП

Здесь буквы СРП означают “сфера разрыва пространства”.

**Таблица 3.**  
**Орбитальные характеристики планет системы Ярилы-Солнца**

№	Название земли	Период обращения $T$ (в земных годах)	Большая полуось $a$ (в а. е.)	Современное название	Орбитальная скорость (в км/сек)	Современное значение $T$ (в земных годах)	Современное значение $a$ (в а. е.)
1	Хорс	0,24	0,39	Меркурий	48,06	0,24	0,39
2	Мерцана	0,61	0,72	Венера	35,06	0,61	0,72

3	Мидгард	1,00	1,00	Земля	29,8	1,00	1,00
4	Орей	1,88	1,52	Марс	24,23	1,88	1,52
5	Дея (Фазтон)	5,25	3,02	Пояс астероидов	17,13		2,8
6	Перун	11,86	5,20	Юпитер	13,07	11,86	5,20
7	Стрибог	29,46	9,54	Сатурн	9,64	29,46	9,54
8	Индра	58,92	15,14	Хирон, астероид 2060	7,66	50,76	13,71
9	Варуна	84,02	19,18	Уран	6,80	84,01	19,1
10	Ний	164,79	30,06	Нептун	5,44	164,79	30,07
11	Вий	248,70	39,55	Плутон	4,74	247,70	39,46
12	Велес	346,78	49,36		4,24		
13	Семаргл	485,49	61,77		3,79		
14	Один	689,69	78,06		3,37		
15	Лада	883,60	92,08		3,10		
16	Удрзец	1147,38	109,60		2,85		
17	Коляда	1501,62	131,13		2,60		
18	Радагост	1952,11	156,21		2,38		
19	Тора	2537,75	186,05		2,18		
20	Прове	3456	232,97		1,95		
21	Крод	3888	247,26		1,90		
22	Полкан	4752	282,65		1,77		
23	Змий	5 904	326,66		1,65		
24	Ручий	6912	362,86		1,56		
25	Чур	9504	448,68		1,41		
26	Догода	11664	514,32		1,31		
27	Дайм	15552	623,05		1,19		

### §7. Притяжение планеты — диапазон её гравитационного состояния

Теперь о планете Земля, являющейся частью пространства жёлтого карлика — Солнца, относящегося к Главной последовательности звёзд. Земля находится во власти гравитационной силы притяжения Солнца и сама обладает собственным гравитационным полем. Наша планета — сфероид с массой  $M_{\oplus} = 6 \times 10^{27}$  граммов и средним радиусом  $R_{\oplus} = 6,4 \times 10^8$  см. Она летит вместе с Солнцем в Местной группе звёзд со скоростью 250 км/сек. Но мы не ощущаем этого стремительного полёта, как не ощущаем вибраций тела планеты: ведь нашу безопасность и ощущение целостности обеспечивает *диапазон гравитационного состояния планеты*. Его наличие, в частности, проявляется в том, что каждое тело на поверхности Земли, притягивается к ней с ускорением  $g = 981,56$  см/сек<sup>2</sup>, называемым *ускорением свободного падения*. Мы привязаны к нашей планете, подобно Гулливеру, невидимыми “нитеями” гравитационного притяжения. Землю можно приближённо рассматривать в виде сферы, центр тяготения которой совпадает с её геометрическим центром, т. е. со сферой Шварцшильда. Но прежде чем делать расчёты, посмотрим, как на гравитационное поле планеты реагируют другие её обитатели, в частности, растения.

Дерево — это материализованное состояние определённых энергий, в том числе, гравитационной. Оно живёт по законам, определяющимся условиями его энергообмена с окружающим пространством. Физическое тело дерева находится в двух средах — воздушной и твёрдой (подповерхностный слой). Точнее, корневая система находится под поверхностью, а верхняя часть (ствол, крона) — в воздушной среде. Дерево растёт разноускоренно (циклично) на одном месте всю свою жизнь и при этом постоянно находится под действием двух сил: 1) силы тяготения, направленной к центру Земли; 2) силы Кориолиса, обусловленной вращением

Земли вокруг своей оси и направленной перпендикулярно к ней. Соотношение этих сил в каждый момент времени определяет форму растения, так как воздействие силы тяготения **эквивалентно** воздействию силы Кориолиса. Для растений, растущих на поверхности планеты, эффект сложения силы тяготения и центробежной силы, вызванной вращением Земли, явно не проявляется. Линейная скорость вращения точек поверхности  $v$  зависит от широты места  $\varphi$  и описывается формулой  $v = v_{\text{экв}} \times \cos\varphi$ , где её максимальное значение  $v_{\text{экв}} = 500$  м/сек. Очевидно, что для получения видимого эффекта геометрического сложения силы, обусловленной вращением, и силы тяготения, линейная скорость вращения должна значительно превосходить линейную скорость вращения планеты. Проводились опыты, в которых семя растения помещалось в центре вращающейся центрифуги. В этом случае росток вытягивался в направлении вектора геометрической суммы векторов силы тяготения и силы, обусловленной вращением центрифуги и направленной по касательной к ней. Иными словами, **на вращение центрифуги растения реагируют как на гравитационное воздействие**.

Способность всех растений воспринимать земное притяжение и реагировать на него называется **геотропизм**. Это — ответная реакция на действие ускорения силы тяжести. Из глубокой древности идёт знание о способности всех растений воспринимать земное притяжение и реагировать на него. Ярким примером геотропной реакции является направление роста деревьев, растущих на горном склоне: **независимо от крутизны склона, деревья растут к центру Земли, но не в перпендикулярном к поверхности направлении**. Корни растений обладают **положительным геотропизмом** — они растут к центру планеты. Надземная часть растений (ствол, стебель) реагирует на гравитационное притяжение **отрицательным геотропизмом**, т. е. растёт в сторону, противоположную направлению к центру Земли. Знание о геотропизме идёт из глубокой древности, но впервые официально оно появилось в XVIII веке. В 1837 году французский учёный-биолог Дютроше (1776–1847) писал: “Глубочайшая тайна заключена в том, что стебли растут вверх, а корни в противоположном направлении”. Опыты с растениями, помещёнными на спутниках Земли, убедительно показывают, что верхняя и корневая части растения растут строго вдоль линии, направленной к Центру планеты, но в противоположных направлениях. Получается, что нижняя часть растений реагируют на гравитационное притяжение, исходящее от Центра планеты. При этом не имеет значения, находится ли растение на поверхности планеты или в околоземном пространстве: в обоих случаях его корни растут строго в направлении центра Земли, а стебли — в противоположном направлении. Итак, растения как на поверхности планеты, так и в околоземном пространстве, ощущают: 1) гравитационное притяжение, направленное к Центру Земли; 2) гравитационное отталкивание, направленное в строго противоположном направлении. Можно подумать, что верхняя часть дерева тянется к солнечному свету (**фототропизм**) но это не так. Фототропный (зависящий от освещённости) изгиб, как и геотропный, обычно представляет собой обусловленное ростом **движение** органа, которое **проявляется** в результате неодинакового роста его противоположных сторон. Но необходимо рассматривать материальное растение в целом, а не только его часть, растущую над поверхностью Земли. А гравитационное “отталкивание” для верхней части растения строго связано с направлением от Центра планеты.

Но что такое “Центр планеты”? Геометрическая точка, не имеющая измерений, или же структура, обладающая определённым размером? В классической физике существует понятие “центр масс”, который называют также “барицентр”, “центр инерции”, совпадающий, как правило, с геометрическим центром тела и характеризующий движение тела как целого. В ОТО его аналогом можно считать сферу Шварцшильда, теоретически существующую внутри каждого массивного тела, т. е. в центрах большинства галактик, звёзд, планет и их спутников (см. раздел 5 данной главы). Именно они обладают гравитационными полями притяжения ньютоновского типа в отличие от нейтронных звёзд и пульсаров — источников гравитационного отталкивания. Мы просто живём в таком уголке Млечного Пути, где господствует гравитационное притяжение, приковывающее нас к планете. Но что же конкретно не даёт нам оторваться от её поверхности без применения разных технических средств? Скорее всего, это та самая “чёрная дыра”, которая находится внутри каждого материального тела, включая тело человека. Для Земли  $r_g = 87$  мм — это и есть радиус сферы Шварцшильда, в которую в нашем физическом теле проникнуть невозможно. Именно эта сфера своими “гравитационными нитями” привязывает к себе каждое материальное тело как на поверхности планеты, так и в области её гравитационного воздействия в околопланетном пространстве.

Мы живём на поверхности планеты, радиус которой  $a = 6,4 \times 10^8$  см, а гравитационный

радиус планеты  $r_g = 87$  мм, поэтому отношение  $r_g/a = 1,4 \times 10^{-8}$ . Закон всемирного тяготения был сформулирован Ньютоном, находившемся на поверхности планеты, т. е. в слабом поле. Напомним, гравитационное поле считается слабым, если его трёхмерный гравитационный потенциал  $w \ll c^2$ . Математической базой теории Ньютона является плоское трёхмерное пространство, а время не является координатой: оно одно и то же во всём пространстве. Выражение для ньютоновской гравитационной силы можно получить и в рамках ОТО, базовым пространством которой является искривлённое пространство-время. В качестве исходной метрики для описания гравитационного поля Земли выберем сферически симметричную метрику Шварцшильда, описывающую гравитационное поле уединённой массы [26]: см. выражение (3.4) в §3 главы 2. Это поле используют для описания движения планет в Солнечной системе, а также в связи с задачами, связанными с описанием чёрных дыр. Хотя сам Шварцшильд нигде не указывал, что масса является очень отдалённой от наблюдателя. Он просто считал её уединённой, т. е. не связанной гравитационными силами с другими телами. Исключения составляют лишь малые тела, рассматриваемые как пробные, находящиеся в поле тяготения данного тела. Поэтому сделаем расчёты без предварительного предположения о слабости поля.

Найдём выражение для вектора гравитационно-инерциальной силы для метрики (3.4), используя формулу  $F^1 = h^{11}[c^2/(c^2 - w)]\partial w/\partial r$ ; где  $h^{11}$  — компонента пространственного метрического тензора,  $w = c^2[1 - (1 - r_g/r)^{1/2}]$  — трёхмерный гравитационный потенциал данного поля [11]. Из вычислений находим  $F^1 = -c^2 r_g/2r^2 = GM/r^2$ , т. е. является ньютоновской силой притяжения. Она убывает обратно пропорционально квадрату расстояния от центра притяжения. Гравитационный потенциал в приближении слабого поля  $w \ll c^2$  имеет вид  $GM/r$ ; т. е. является ньютоновским гравитационным потенциалом “точечного” тела. Здесь необходимо заметить, что Ньютон открыл закон всемирного тяготения, находясь на поверхности планеты, где гравитационное поле считается слабым:  $w/c^2 = 6,9 \times 10^{-10}$ , а сам гравитационный потенциал  $w = 6,2 \times 10^{11}$  см<sup>2</sup>/сек<sup>2</sup>, т. е. вовсе не мал. Однако после того, как в наше миропонимание вошла Теория Относительности, которая представляет собой принципиально новый, более широкий взгляд на мир, учёные стали соизмерять некоторые физические величины со скоростью света, точнее, с величиной  $c^2$ . Сравнение скорости движения материального тела  $v$  со скоростью света  $c$  вполне объяснимо, так как в наше время её величина считается предельной. Сравнение потенциала  $w$  с величиной  $c^2$  можно объяснить тем, что слабое гравитационное поле не может разогнать физическое тело до скорости, соизмеримой со скоростью света. Тем не менее, даже слабое гравитационное поле крепко привязывает нас к планете. Гравитационная сила убывает обратно пропорционально квадрату расстояния от Центра. Но что такое этот “Центр”?

Из выражения для метрики Шварцшильда (3.4) следует, что этим Центром можно считать гравитационную сферу радиуса  $r_g = a$ , являющаяся границей между пространством-временем ОТО и внутренностью чёрной дыры, обладающей принципиально другой структурой. Но гравитационное поле планеты есть часть гравитационного поля Солнца, внутри которого также находится чёрная дыра радиусом 3 км. Возможно, что гравитационное притяжение между телами есть результат мгновенного обмена энергиями чёрных дыр, находящихся внутри них. Ведь на поверхности чёрной дыры время для наблюдателя останавливается, т. е. имеет место синхронизация времён наблюдателя и наблюдаемого объекта. Поскольку чёрные дыры существуют внутри каждого обладающего массой тела, то все они мгновенно связаны своими гравитационными полями, т. е. синхронизованы, так как информация (энергия) с их поверхностей распространяется мгновенно. Условно это можно представить линии, соединяющие между собой чёрные дыры гравитационно связанных тел. Только их нельзя рассматривать как линии в трёхмерном евклидовом пространстве: “гравитационные линии” можно сравнить с трёхмерными линиями нулевой длины, существующими в нуль-пространстве. Нам трудно представить себе такую систему связей, так как она имеет место не в пространстве-времени, где предельной является скорость света, а в объемлющем его нуль-пространстве с совершенно другими свойствами. В частности, в нуль-пространстве возможно дальное действие (мгновенная передача информации). Но эта информация (энергия) реализуется в каждом теле со скоростью, зависящей от свойств самого тела. Гравитационные поля ньютоновского типа существуют всюду во Вселенной, образуя единое поле, энерго-информационными Центрами которого являются чёрные дыры, существующие внутри каждого массивного тела. Это поле построено по фрактальному принципу: каждое тело, с одной стороны, есть часть другого тела (Земля — часть пространства Солнца, ...), с другой — само

состоит из других тел (звёзды и их скопления — части тела Галактики, ...) И так, гравитационные поля ньютоновского типа объединены в единое поле, где связь между телами осуществляется мгновенно через чёрные дыры. А как связаны между собой объекты, обладающие неньютоновской гравитацией?

Ранее было показано, что неньютоновская гравитация присуща телам, для которых имеет место условие:  $r_g = a$ . Иными словами, если чёрная дыра спрятана глубоко в теле, то оно является источником ньютоновской гравитации притяжения, направленной к Центру тела. Гравитационная сила убывает обратно пропорционально расстоянию от Центра. Если же сама поверхность тела есть поверхность Шварцшильда, то тело является источником неньютоновской гравитации отталкивания, направленной от Центра тела к его поверхности, а гравитационная сила пропорциональна расстоянию от Центра. В связи с тем, что гравитационная сила отталкивания, создаваемая телом, для которого  $r_g = a$  направлена от тела во внешнее пространство, его можно назвать “белой дырой”. С точки зрения геометрической структуры её можно сравнить с “чёрной дырой”, вывернутой наизнанку (внутреннее становится внешним). Если считать нашу Вселенную “белой дырой”, то она перерабатывает внешнее время будущего во внутреннее время прошлого, а все её объекты (части) также перерабатывают время Вселенной в пространство прошлого. Каждое тело Вселенной есть материализованное состояние фрагмента фрактала “Время”. Поэтому материальное тело представляет собой материализованное состояние определённого периода (диапазона) Времени, определяющего срок пребывания в мире каждого объекта. Переработав свой запас Времени, тело дематериализуется, отдавая при этом свою энергию в “общий котёл”, каковым является Время. Но не все объекты Вселенной живут по такому распорядку. Нейтронные звёзды и пульсары, превратившиеся в “белые дыры”, сами излучают определённые диапазоны Времени, которые могут стать дополнительным источником энергии для окружающих космических объектов с меньшими диапазонами отпущенного им Времени. Возможно, что ближайшая к нам нейтронная звезда также питает нас дополнительной энергией, которая поможет человечеству отправиться к другим звёздам: ведь наш жёлтый карлик не вечен, а мы созданы его постепенно убывающей энергией.

Таким образом, гравитационные силы притяжения и отталкивания можно рассматривать как разные проявления гравитационного взаимодействия. Напомним, гравитационная сила отталкивания  $F^1 = c^2 r/a^2$  проявляется как центробежная сила  $F^1 = c^2 r/a^2 = \omega^2 r$ , где  $\omega = c/a$  — угловая частота вращения пространства, вызванная действием силы  $F^1$ . Эта сила вращает пространство с линейной скоростью  $v = \omega r$ , создавая в нём завихрения. Возможно именно эти вихри и проявляются как различные возмущения пространства, которые отождествляют с гравитационными волнами. Экспериментальное обнаружение гравитационных волн рассматривается учёными как одна из ключевых проблем подтверждения справедливости ОТО Эйнштейна: ведь эти волны представляют собой изменения гравитационного поля, носящие волновой характер, т. е. рябь пространства-времени. Эта рябь может быть вызвана поведением различных космических объектов: относительными движениями звёзд в компактных двойных системах, сопровождающиеся их сближением; взрывами сверхновых звёзд; слияниями нейтронных звёзд; захватом звёзд чёрными дырами и др. Наиболее вероятными источниками гравитационного излучения считаются двойные звёзды: параметры их орбит изменяются в процессе движения, что приводит к потере ими энергии, которую можно обнаружить. Особенно ярко этот эффект проявляется для двойных нейтронных звёзд. На них в своё время обратил внимание Кип Торн, ныне главный теоретик успешного проекта по обнаружению гравитационных волн. Он неоднократно приезжал в 60-е годы в Государственный Астрономический Институт имени Штернберга, где посещал известный семинар космолога А.Л. Зельманова, участвовал в 5-ой Международной конференции по гравитации и теории относительности, проходившей в 1968 году в Тбилиси. Торн пришёл к выводу, что более сильное гравитационное излучение (по сравнению с двойными звёздами) могут излучать нейтронные звёзды, пульсации которых носят не сферический характер [40]. Вместе с сотрудниками он проводил приближённые расчёты, в основе которых лежало известное решение К. Шварцшильда [25]. При этом учёный принимал во внимание не только пульсации нейтронных звёзд, но также их вращение, которое может быть и нестационарным. Расчёты позволили определить периоды пульсаций, мощности импульсов и времена затухания сигналов [40]. Помимо указанных источников, гравитационные волны могут возникнуть при столкновении звёзд, падении звезды или планеты в чёрную дыру, при вспышках сверхновых.

Поскольку все эти объекты удалены от нас, то амплитуды волн лежат в пределах  $10^{-18}$ – $10^{-23}$  см, т. е. волны являются слабыми. Поэтому теоретические расчёты связаны с полем слабых плоских гравитационных волн, создающих возмущения пространства-времени, воздействующие на принимающее устройство (детектор). Гравитационные волны называют также *волнами кривизны*. Поскольку кривизна является четырёхмерной, гравитационные волны могут влиять не только на смещения частиц детектора, но и на ход времени в месте приёма сигнала.

Помимо поиска гравитационных волн, к успешным экспериментам по подтверждению ОТО безусловно можно отнести измерения предсказанного Эйнштейном смещения перигелия Меркурия, отклонения луча света в поле тяготения (гравитационного красного смещения) [41], установление связи между направлением облёта Земли и знаком поправки к показаниям транспортируемого эталона времени [42]. Самолёт с эталоном времени (хронометром) на борту дважды облетал Землю вдоль экватора: 1) в направлении её суточного вращения; 2) в противоположном направлении. Разности показаний транспортируемого эталона по отношению к оставшемуся на поверхности составляли  $\pm 208$  наносекунд (нс): 1 наносекунда равна  $10^{-9}$  секунды. Было получено, что знак (+) получается при совпадении направлений движения самолёта и планеты, а (–) — при их противоположной направленности. Помимо этого, производились сравнения показаний транспортируемого и неподвижного хронометров в зависимости от высоты полёта. К сожалению, результаты, связанные с разными направлениями облёта вокруг планеты, не нашли понимания в научной среде, хотя они являются ещё одним подтверждением ОТО. Планету можно рассматривать как вращающуюся систему отсчёта. Тогда элементарный интервал наблюдаемого времени (а именно оно и измерялось) принимает вид:  $dt = [1 - (w + v_i u^i)/c^2] d\tau$ , где  $\tau$  — собственное время наблюдателя,  $w$  — гравитационный потенциал,  $v_i$  — скорость вращения пространства,  $u^i$  — скорость наблюдателя, свёртка по индексу  $i = 1, 2, 3$  означает суммирование,  $t$  — идеальное (эфмеридное) время [11]. Наличие поправок, связанных с изменением высоты эталона над поверхностью Земли, не вызывает недоумения, так как вполне объясняется в рамках теории Ньютона. А поправки, связанные с вращением планеты, непосредственно связаны с теорией физических наблюдаемых величин Зельманова [11], не получившей широкого распространения среди релятивистов. Недавно ушедший Хафеле говорил, что особенное недоумение вызвало именно наличие поправок, связанных с экваториальным облётом планеты. В данном случае при полёте в направлении вращения планеты скорость самолёта складывается с линейной скоростью вращения планеты, при полёте в противоположном направлении скорость самолёта вычитается. Поправки, связанные с облётом вокруг Земли, можно рассматривать как экспериментальное подтверждение идеи Н. Козырева об алгебраическом сложении потоков Времени [6]. Позднее похожие исследования были проведены в СССР на территории Сибири. Самолёт летел строго вдоль параллели  $\varphi = 60^\circ$ , а измерения проводились по трём параметрам: 1) скорость самолёта; 2) высота над поверхностью; 3) направление полёта. Автором были рассчитаны в рамках ОТО все три вида поправок. Оказалось, что они совпадают с полученными экспериментальными данными. Опубликовать работу не удалось.

Таким образом, ход времени в пространстве планеты зависит: 1) от скорости движения эталона времени; 2) от его высоты над поверхностью; 3) от географической широты облёта планеты и его направления (по или против суточного вращения). При этом, чем выше над поверхностью эталон, тем медленнее идёт ход времени по сравнению с ходом эталона на поверхности. Из выражения для интервала наблюдаемого времени (см. выше) следует, что наблюдаемое время совпадает с идеальным (эфмеридным) при условии  $w + v_i u^i = 0$ , которое в данном случае имеет вид  $GM_\oplus/r = v^2$ , т. е. представляет собой *условие невесомости*. Чтобы достичь состояния невесомости с поверхности планеты, необходимо придать телу скорость 7,9 км/сек, почти в 16 раз превосходящую максимальную скорость вращения Земли. Эта величина, называемая *первой космической скоростью*  $v_1$ , получается из условия равновесия между гравитационной силой притяжения  $GM_\oplus/r^2$  и центробежной силой  $v^2/r$  и на поверхности  $r = a$  имеет вид:  $v_1 = (GM_\oplus/a)^{1/2}$ . В этом случае тело движется вокруг планеты по орбите, параметры которой определяются начальными условиями. Это орбитальное вращение происходит в гравитационном поле планеты. А как вырваться из гравитационного плена планеты?

Поскольку гравитационное поле Земли подчиняется ньютоновской теории тяготения, условием выхода из гравитационного поля Земли является равенство потенциальной энергии тяготения на поверхности планеты и кинетической энергии тела:  $GM_\oplus/a = v^2/2$ , откуда следует выражение для второй космической скорости  $(v_{II})^{1/2} = 2GM/a = v_1\sqrt{2}$ . Освободившись от земного

тяготения, тело попадает в гравитационное поле Солнца, которое является частью гравитационного поля Галактики и т. д. А сам механизм притяжения есть результат мгновенного взаимодействия между гравитационными сферами (чёрными дырами), находящимися внутри каждой структуры (фрагмента фрактала “Галактика”). Условно можно считать, что все эти сферы связаны нуль-линиями трёхмерной длины. Таким образом, находясь на поверхности Земли, мы одновременно находимся и в гравитационном поле Солнца и т. д. В силу близости к нам Солнца по отношению к другим галактическим объектам, мы можем рассматривать себя частями планеты, помещёнными в гравитационное поле Солнца. Вообще Солнце можно рассматривать как живой организм, клетками которого являются планеты и другие тела Солнечной системы. А мы находимся на Земле, притягивающей нас к своему Центру, но в поле Солнца, притягивающего к себе все планеты, включая Землю. Можно сказать, что на нас действуют две противоположно направленные гравитационные силы: одна тянет к Центру Земли, другая — в строго противоположном направлении. Особенно хорошо это чувствуют растения на космических станциях, растущие строго вдоль одной линии. Корни деревьев, растущих на Земле, направлены к её Центру, а верхние (надземные) части — в противоположном направлении. Но это не фототропизм, вызванный солнечным излучением.

Но всегда ли жители планеты были крепко привязаны к ней невидимыми нитями? Мифы и легенды разных народов донесли до нас информацию об одной из ранних цивилизаций, называемой “перьевой”. До нас дошло много изображений крылатых существ. Иногда их изображали в виде птиц с человеческими головами, иногда в виде крылатых людей, сохранились и изображения летательных аппаратов [43]. Может быть, тогда планета вращалась вокруг оси намного быстрее? А крылья и другие приспособления для полёта были просто необходимы, чтобы совсем не “улететь” с планеты. Или слабое тяготение просто позволяло жителям планеты перемещаться в воздухе с помощью разных летательных аппаратов, о которых много говорится в мифах и волшебных сказках? Но мы пока привязаны к поверхности планеты достаточно крепко, и наша задача — понять, как можно ослабить эти узы. Очевидно, что для осуществления полётов к звёздам необходимо освоить принципиально другие методы, основанные на понимании структуры Времени. Ведь полёты к удалённым объектам, находящимся далеко за пределами Солнечной системы, будут происходить как переходы из одного диапазона Времени в другой (выравнивание времён). А для начала необходимо признать существования во Вселенной *мгновенной передачи информации* между всеми её объектами, но этого, к сожалению, пока не происходит. Ведь время, когда эти полёты станут необходимостью, не ждёт, оно приближается и придёт в свой срок. Надо только к нему подготовиться, пока условия, существующие на планете, ещё это позволяют. И помогут нам в этом нейтронные звёзды и пульсары — крошечные миры, живущие по законам Вселенной, но обладающие более низкими вибрациями, чем вселенские. Нам будет легче их увидеть, почувствовать, понять.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Борисова Л.Б.* Цветные фракталы Вселенной / Л.Б. Борисова. Новосибирск: ИД “Манускрипт”, 2006.
2. *Циолковский К.Э.* Грёзы о Земле и Небе. Тула, Приокское книжное издательство, 1986.
3. *Чижевский А.Л.* Земное эхо солнечных бурь. М. “Мысль”, 1976.
4. *Козырев Н.А.* О некоторых свойствах времени, обнаруженных астрономическими наблюдениями / Н.А. Козырев, В.В. Насонов // Проявление космических факторов на земле и звёздах: Серия “Проблемы исследования Вселенной”. М.–Л., 1980, вып. 6.
5. *Козырев Н.А.* Астрономическое доказательство реальности четырёхмерной геометрии Минковского / Н.А. Козырев // Проявление космических факторов на земле и звёздах: Серия “Проблемы исследования Вселенной”. М.–Л., 1980, вып. 6.
6. *Козырев Н.А.* Астрономические наблюдения посредством свойств времени. / Н.А. Козырев // Избранные труды. Ленинград, изд-во ЛГУ, 1991.
7. *Вернадский В.И.* Избранные сочинения. Т. I–VI, Изд-во АН СССР, 1954–1960 гг.
8. *Смотрин Е.Г.* Ритмы Земли в Галактике. <http://www.docme.ru/doc/95241>
9. *Морозов Н.А.* На границе неведомого: Астрономические и физические полуфантазии. М.: Изд-во “Звено”, 1910.
10. *Морозов Н.А.* О возможностях научного предвычисления погоды при введении в анализ галактических воздействий. Известия АН СССР, серия географическая и геофизическая, т. VIII, №№ 2, 3, 1944.
11. *Зельманов А.Л.* К релятивистской теории неоднородной анизотропной Вселенной. Труды шестого

- совещания по вопросам космогонии. М., изд-во АН СССР, 1959.
12. *Зельманов А.Л.* Хронометрические инварианты и сопутствующие координаты в общей теории относительности. // Докл. АН СССР, 1956, т. 106, №6, с. 815.
  13. *Лаврентьев М.М., Еганова И.А., Луцет М.К., Фоминых С.Ф.* О дистанционном воздействии звезд на резистор // Доклады АН СССР. Т. 314. №2. 1990, С. 352–355.
  14. *Лаврентьев М.М., Еганова И.А., Луцет М.К., Фоминых С.Ф.* О регистрации истинного положения Солнца // Доклады АН СССР. Т. 315. №2. 1990, С. 368–371.
  15. *Шноль С.Э.* Космофизические факторы в случайных процессах. Stockholm, Svenska fysikarkivat, 2009.
  16. *Мандельброт Б.* Фрактальная геометрия природы. Институт компьютерных исследований, 2002.
  17. *Барышев Ю., Теерекорни П.* Фрактальная структура Вселенной. Специальная Астрофизическая Обсерватория РАН, 2005.
  18. *В.И. Арнольд.* Теория катастроф. Москва, “Наука”, 1990.
  19. *Borissova L. and Rabounski D.* Fields, Vacuum and the Mirror Universe. Svenska Fysikarkivet, 2009. (Русское издание: Лариса Борисова, Дмитрий Рабунский. Поля, вакуум и зеркальная вселенная. Svenska Fysikarkivet, 2010.)
  20. *Rabounski D and Borissova L.* Particles here and beyond the Mirror. American Research Press, 2010.
  21. *Рейхенбах Г.* Направление времени. М., Иностр. Лит., 1962, с. 35.
  22. *Ландау Л.Д. Лифшиц Е.М.* Теория поля. М., “Наука”, 1967.
  23. *Borissova L.* The Solar System according to General Relativity: the Sun's Space Breaking Meats the Asteroid Strip/ Progress in Physics, 2010, v. 2.
  24. *Borissova L.* A Telemetric Multispace Formulation of Riemannian Geometrie, General Relativity and Cosmology: Implications for Relativistic Cosmology and the True Reality of Time/Progress in Physics, 2017, v. 13.
  25. *Schwarzschild K.* “Über das Gravitationsfeld einer Kugel aus incompressibler Flüssigkeit”. Sitzungberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. 1916, 424–435.
  26. *Schwarzschild K.* “Über das Gravitationsfeld eines Massenpunktes nach Einsteinschen Theorie”. Sitzungberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften. 1916, 189 – 196.
  27. *Eddington A.* The Internal Constitution of the Stars. Cambridge University Press, Cambridge, 1926.
  28. *Bethe H.A.* Energy production in stars. Physical Review, 1939, vol. 55, № 5, 434–456.
  29. *Jeans J.H.* Recent developments of cosmical physics. Nature, 4 December 1926, vol.118, № 2979, 29–40.
  30. *Jeans J.H.* Astronomy and Cosmogony. Cambridge University Press, Cambridge, 1928.
  31. *Robitaille P.M.* A thermodynamic history of the Solar constitutions. — I: The journey to a gaseous Sun. Progress in Physics, 2011, vol. 7, issue 3, 3–25.
  32. *Robitaille P.M.* A thermodynamic history of the Solar constitutions. — II: The theory of a gaseous Sun and Jeans' failed liquid alternative. Progress in Physics, 2011, vol. 7, issue 3, 41–59.
  33. *Robitaille P.M.* A high temperature liquid plasma model of the Sun, Progress in Physics, 2007, vol. 3, issue 1, 70–81.
  34. *Tajima T., Shibata K.* Plasma Astrophysics. Perseus Publishing, Cambridge, 2002.
  35. *Kulsrud R.M.* Plasma Physics for Astrophysics. Princeton University Press, Princeton, 2005.
  36. *К. П. Станюкович.* К вопросу о существовании устойчивых частиц в Метагалактике. Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М., Атомиздат, 1966, 266–278.
  37. *L. Borissova and D. Rabounski.* “Inside Stars”. American Research Press, Rehobots, New Mexico, USA, 2013.
  38. *Жук Н.А.* Космология. Харьков: “Модель Вселенной”, 2000, 464 с.
  39. *Медлер И.* // Современник. СПб, 1847, т. № 2, с. 117–121.
  40. *K.S. Thorne.* *Astrophysical Journal*, v. 151, №1, 1969.
  41. *Pound R.V., Rebka Jr. G. A.* “Gravitational Redshift in Nuclear Resonance”. Phys. Rev. Letters, 3 (9), 439–441.
  42. *Hafele J., Keating R.* “Around the world atomic clocks: predicted relativistic time gains“. Science 177 (4044), 166–168, July 14, 1972.
  43. *В.Н. Демин.* “История Гипербореи“. Москва, Издательский Дом “Вече”, 2009.
  44. *Д. Блохинцев.* “Пространство и время в микромире“. М., “Наука“, 1982.
  45. *В. Даль.* “Толковый словарь великорусского языка Владимира Даля.“ С-Петербург, Гостиный Мост 18; Москва, Кузнецкий Мост 13, 1903.
  46. *Bachler K.* “Erfahrungen einer Rutengängerin Geobiologische Einflüsse auf den Menschen“. Linz-Wien, Veritas Verlag, 1984.
  47. *Marx D., Flemming K., Loeffler K.* “Location-dependent diseases in cattle houses and pigsties and possible influence of a mat”. Der praktische Tierarzt., 1989, Jg 70.
  48. *Fritsch V.* “Das Problem geopathogener Erscheinungen vom Standpunkt der Geophysic“. München, J.E. Lehmanns, 1955.
  49. *Красавин О.А., Сутин А.Б.* “Обучение биолокации. Магический жезл Меркурия“. Москва, 1992.

50. *Луговенко В.Н.* Дыхание Земли. “Дельфис”, №10 (2/1997).
51. *Луговенко В.Н.* Как дышится, Земля. “Дельфис”, №13 (1/1998)