



Центр стратегических оценок и прогнозов

www.csef.ru

Фомин А.Н.

О Вселенной без Большого взрыва

Москва – 2017

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	6
1. МОДЕЛЬНАЯ ВСЕЛЕННАЯ.....	10
2. ФИЗИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ	17
3. ГРАВИТАЦИОННАЯ ЭНЕРГИЯ МОДЕЛЬНОЙ ВСЕЛЕННОЙ.....	18
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ВСЕЛЕННОЙ	21
5. КВАНТЫ ВРЕМЕНИ, КВАНТЫ ПРОСТРАНСТВА И ПОСТОЯННАЯ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ ...	23

Предисловие

В этой статье продолжается рассмотрение гипотезы о возникновении и развитии Вселенной, которая альтернативна к наиболее распространённой в настоящее время гипотезе Большого взрыва.

Существо предлагаемой гипотезы заключается в том, что Вселенная возникла в результате некой глобальной флуктуации, приведшей к разрушению физического вакуума, в результате которой появились материя, пространство и время. И они продолжают появляться.

Другими словами, гипотетическая глобальная флуктуация, на много порядков менее интенсивная, чем Большой взрыв, является только своеобразным детонатором процесса последующего формирования материи и пространства-времени, который произошёл не за 10^{-43} – 10^{-36} с области размером 10^{-35} м, а продолжается уже десятки миллиардов лет, охватывая область пространства в десятки миллиардов световых лет.

Кроме этого, в отличие от Большого взрыва, который рассматривает только возникновение и развитие материи в кем-то заранее подготовленном для этого пространстве-времени, в рассматриваемой гипотезе очередные порции пространства-времени создаются вместе с очередными порциями материи.

Иначе получится логическое несоответствие: при Большом взрыве возникает только материя, а насчёт пространства-времени такое почему-то не происходит. Здесь нужно сделать уточнение: в гипотезе Большого взрыва утверждается, что пространство тоже расширяется. Но как кем-то остроумно было замечено, чтобы пространство расширялось, оно само должно находиться в каком-то другом пространстве. А для динамики расширения должно быть время. И странно, что мало кто задаётся очевидным вопросом: а эти пространство и время откуда взялись?

Здесь вопрос даже не в подходящей размерности пространства и времени, как это часто пытаются представить, а в том, откуда они возникли. Почему предлагается сосредоточиться на возникновении материи, не уделяя должного внимания вопросу образования пространства и времени?

В рамках предложенной основной гипотезы о возникновении и развитии Вселенной формируются дополнительные гипотезы о существовании квантов пространства и времени, которые позволяют предложить альтернативные объяснения важным космологическим явлениям.

Структура статьи во многом повторяет структуру более ранней работы [1]. Это сделано по трём причинам.

Во-первых, для обеспечения преемственности изложения материала.

Во-вторых, для обеспечения его целостности.

В-третьих, для облегчения наиболее заинтересованным читателям возможности сопоставления новых результатов с опубликованными ранее.

Первые разделы остались практически без изменений. Небольшие корректировки были сделаны для уточнения некоторых положений и исправления замеченных опечаток.

Раздел о микроволновом фоновом излучении, которое в гипотезе Большого взрыва называется реликтовым, уточнён для устранения вопросов о методике определения регистрируемой плотности фонового излучения.

В разделе, в котором рассматривается расширение Вселенной, учтены релятивистские эффекты. Это позволило не только сделать вывод об ускоренном расширении Вселенной, но и получить оценки величины ускорения. Она, также как скорость расширения, оказалась связанной с постоянной Хаббла, но не линейным, а квадратичным образом.

Однако многие эффекты увеличения расстояний между космическими объектами могут оказаться кажущимися, обусловленной разными величинами квантов пространства-времени в разных областях Вселенной. Кажущие факторы в науке – явление довольно распространённое, а развитие физики – это переходы от одних кажущихся сущностей к другим.

Оценка возможных параметров сверхмассивных чёрных дыр содержится в новом разделе. Для рассматриваемой модельной Вселенной существование чёрных дыр вполне естественно: они позволяют утилизировать низкоэнергетические частицы, возвращая их в родительский физический вакуум, из разрушения которого они образовались. Другими словами, получается, что почти в каждой галактике должна находиться массивная чёрная дыра.

В разделе получено оценочное соотношение между массой сверхмассивной чёрной дыры и суммарной массы материи в галактике. Любопытно также сортировка известных элементарных частиц с ненулевой массой по α -диапазонам.

В следующем небольшом разделе, который также является новым, рассмотрены некоторые параметры гипотетических элементарных частиц, ответственных за гравитацию.

Ещё один новый раздел посвящён взаимоотношению предлагаемой модели со специальной теорией относительности (СТО). Сделано предположение, что СТО может иметь приближённый локальный характер, действующий в относительно небольших частях Вселенной, характерных для галактик или групп галактик. А для Вселенной в целом некоторые положения СТО могут быть скорректированы. В частности – космологический принцип.

Так же, как и в предыдущей работе, математическое оформление оценочных результатов – очень простое, что позволяет сосредоточиться на физических особенностях явлений.

Надеюсь, что предложенная гипотеза кого-то заинтересует. Со своей стороны считаю: хотя в ней имеются некоторые шероховатости (наивно было бы утверждать, что их нет), но они того же уровня, что и внутренние противоречия гипотезы Большого взрыва.

Поэтому, на мой взгляд, эту гипотезу и далее целесообразно обсуждать и развивать.

В связи с этим, выражаю благодарность руководству Центра стратегических оценок и прогнозов за внимание к работе и конструктивную критику. Оно значимо для меня, поскольку публиковать эти материалы в академических научных журналах – бесперспективно. При подавляющем количестве сторонников гипотезы Большого взрыва, многие из которых к тому же религиозно ориентированные, рассчитывать на объективное обсуждение не приходится.

Введение

Современное состояние научных представлений о возникновении и развитии Вселенной можно считать, если не уже сформировавшимся кризисом, то уж точно предкризисным состоянием.

В настоящее время доминирующая физическая концепция – это Большой взрыв и последующее расширение образовавшейся в результате этого взрыва Вселенной. Точнее: для объяснения наблюдаемой однородности Вселенной рассматриваются не один, а два последовательных взрыва.

Но реальность Большого взрыва вызывает сомнения. Кстати, сам автор термина «Большой взрыв» – нобелевский лауреат Фредерик Хойл из США – в эту гипотезу не верил. Она рождает много парадоксов, но не объясняет их.

И среди них присутствуют даже логические парадоксы. Например, если Вселенная бесконечна, как возможно, чтобы бесконечность расширялась?

Такое ещё можно предположить, если средняя плотность материи во Вселенной превышает критическую плотность. Тогда можно представить расширение нечто безграничного, но конечного, типа увеличения поверхности сферы (рис.1).

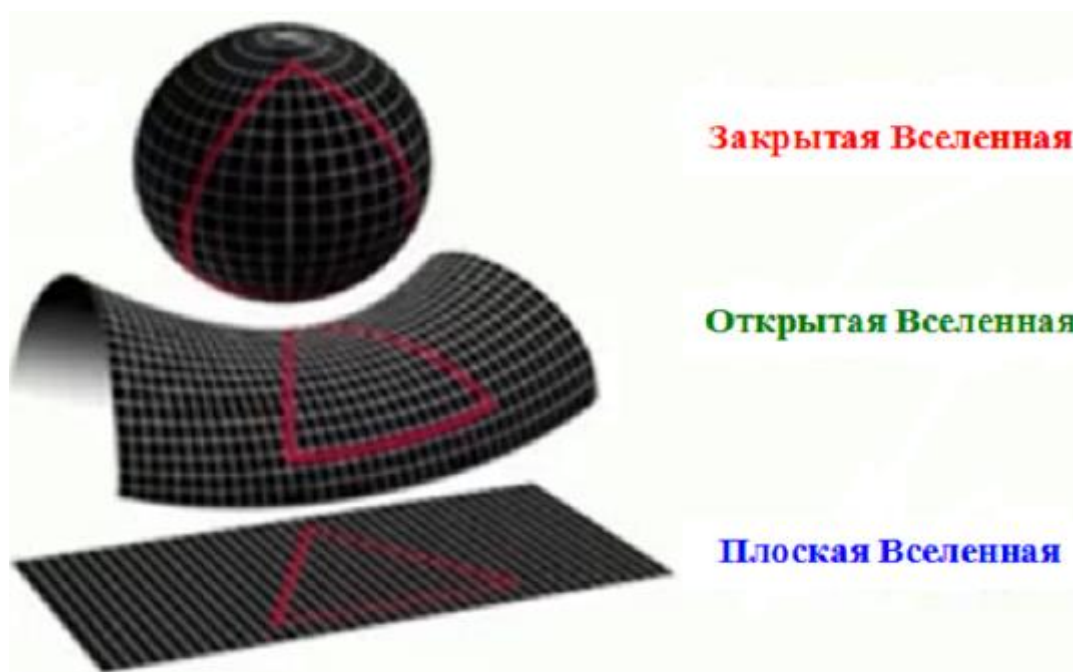


Рис. 1. Типы геометрии Вселенной

В противоположных случаях (а в настоящее время считается, что средняя плотность материи равна критической) это выглядит странным.

Обнаружились и физические парадоксы. С одной стороны, наблюдения за динамикой звёзд в галактиках и галактик в скоплениях показали, что их собственной массы недостаточно для поддержания гравитационной стабильности; это предполагает нали-

чие во Вселенной некой дополнительной материи (её называют «тёмной материей»), участвующей в гравитационном притяжении.

С другой стороны, исследования красного смещения в ближней области на расстояниях 105-107 световых лет и наблюдение вспышек далёких сверхновых показывают, что скорость расширения Вселенной со временем увеличивается. Это обстоятельство потребовало введения дополнительного фактора – «тёмной энергии», обладающей уже антигравитационными свойствами, которая заставляет Вселенную расширяться дальше.

При этом оказалось, что суммарная масса «тёмной материи» и «тёмной энергии» примерно в 22 раза больше, чем масса наблюдаемой материи. По современным представлениям последователей гипотезы Большого взрыва, распределение материи такое: 73% – тёмная энергия, 22,5% – тёмная материя, 4,5% – вещество (звездные системы, межгалактический газ) и поле.

Другими словами, в настоящее время исследуются модели развития Вселенной на основе информации, и то – неполной, только о 4,5% её содержания. Неудивительно, что результаты оценок по таким моделям могут показать что угодно. Не говоря уж о том, что расстояние в 105-107 световых лет – ничтожное по сравнению с размером не только Вселенной, но и нашей галактики, на котором могут проявиться различные искажающие факторы.

Поэтому физики всё время придумывают некие новые сущности для того, чтобы с их помощью наилучшим образом объяснять наблюдаемые физические эффекты, подгоняя их под свои модели. Такими сущностями являются «тёмные» материя и энергия вместе с предположением о том, что они почему-то проявляют себя только посредством гравитации, и никаким другим образом, т.е. именно так, чтобы не испортить основные положения гипотезы инфляции.

В последние годы стало также модным придумывать дополнительные размерности пространства-времени, которые проявляются только в малых масштабах. С одной стороны, психологически это понятно – нужно же как-то объяснить парадоксальное противоречие использования координат вместе с принципом неопределённости. А с другой – можно, конечно, для соответствия теории и реальности ввести в рассмотрение дополнительные степени свободы. Но тогда проблема переносится вглубь, на другой уровень, поскольку нужно будет объяснять, почему эти параметры именно такие, и не какие другие. Примерно, такое положение, как в Стандартной модели.

Для устранения сингулярностей при Большом взрыве С. Хокинг даже предложил использовать вместо обычного времени мнимое время, которое, по его мнению, может оказаться более фундаментальным, чем реальное. Идея интересная и с математической точки зрения, может быть, конструктивная. Но возникает естественный вопрос: как измерять такое мнимое время, где найти подходящие для этого мнимые часы с мнимыми стрелками?

Наверно, нужно всё же отталкиваться от основных экспериментально установленных физических фактов о свойствах Вселенной, которыми располагает современная

наука. Причём, эти факты должны иметь глобальное значение. Таких фактов не так уж много, и основные из них – следующие.

Во-первых, одинаковый набор элементарных частиц во всех частях Вселенной.

Во-вторых, космологическое (не путать с гравитационным!) красное смещение. Пытаясь объяснить его эффектом Доплера, пришли к заключению, что галактики могут разбегаться (кстати, Хаббл в этом сомневался). Но, как оказывается, отнюдь не все. Некоторые притягиваются друг к другу и даже сталкиваются. И постоянная Хаббла не уменьшается, как предсказывал он сам, а растёт, что подтверждают последние измерения.

В-третьих, реликтовое микроволновое излучение – возможный свидетель и участник Большого взрыва, соответствующее состоянию материи при температуре $2,7^{\circ}\text{K}$. В гипотезе Большого взрыва считается, что горячее реликтовое излучение зародилось в начальные мгновения формирования Вселенной, но затем, по мере её расширения, постепенно остыло, и в настоящее время равномерно заполняет всю Вселенную. Что находится в соответствии с космологическим принципом, согласно которому каждый наблюдатель в один и тот же момент времени, независимо от места и направления наблюдения, обнаруживает во Вселенной в среднем одну и ту же картину.

Но и здесь возникает парадокс – по информации, полученной с помощью телескопа «Хаббл», после анализа данных о распространении радиоволн от 160 отдалённых галактик, было замечено, что данные не соответствуют с постулатом об изотропности пространства. Как сказал об этом научный эксперт «Нью-Йорк Таймс» Вилфред Нобл (Wilfred Noble), пространство не является одним и тем же по всем направлениям, на самом деле, оно имеет «север и юг», «низ» и «верх», так же, как и «запад» и «восток». Это означает, что, Вселенная может быть не одинаковой по всем направлениям, а космологический принцип и гипотеза Большого Взрыва могут оказаться несостоятельными.

Другими словами, космологический принцип – это удобный постулат, который может быть состоятельным только в относительно небольших областях Вселенной, например, в галактике или в группе галактик, и не работать в масштабах всей Вселенной.

В-четвёртых, наблюдаемая однородность распределения материи в больших объёмах Вселенной, т.е. постоянство её средней плотности.

В-пятых, чёрные дыры – удивительные космические объекты, засасывающие материю в какую-то бездну. Сейчас чёрные дыры обнаружены во многих галактиках.

У сторонников гипотезы Большого взрыва пока нет единого мнения, когда и как возникли чёрные дыры: вместе с материей или после. Но свойства этих объектов указывает на их связь с возникновением Вселенной. Но пока не очень понятно, как это увязывается с Большим взрывом.

Поэтому и сторонникам гипотезы Большого взрыва, и её критикам окончательные выводы делать преждевременно. Необходимы дальнейшие исследования. И одно из направлений этих исследований – формирование и анализ новых, альтернативных,

представлений о Вселенной. Причём понятно, что эти представления должны опираться на связь микромира с макромиром.

Ниже будут изложен один из таких возможных вариантов. Сначала я не предполагал ничего афишировать, а ради собственного развлечения производил некоторые оценочные вычисления, что-то вроде разгадывания шарад. Но затем некоторые результаты показались настолько любопытными, а полученные формульные соотношения – забавными, что я рискнул попросить их опубликовать.

Может быть, кому-то это пригодится. Может быть, кто-то, критикуя, задумается над этими и своими аргументами и придёт к новому пониманию того, что пока ещё никому не известно.

И если какому-то маститому учёному в этой проблеме я неуклюже «наступил на ногу», прошу меня не судить слишком строго, понять и, как говорится, простить.

Специально подчёркиваю: всё, что будет представлено ниже – это только *оценочные соотношения*. К ним так и следует относиться. Нужно понимать, что речь пойдёт о взаимосвязях физических величин, различающихся на многие *десятки порядков*. Поэтому желание получения точных цифр выглядело бы слишком самонадеянным.

Но этот недостаток имеет и положительные свойства: оценки позволяют применять достаточно простые вычисления, которые могут восприниматься широким кругом читателей этой почти популярной статьи.

И для того, чтобы существо этих оценок было максимально понятным, в следующем разделе представлены основные положения рассматриваемой концепции, которые коротко названы «модельной Вселенной». Здесь придётся повторить, что было написано в работах [1,2].

1. Модельная Вселенная

В настоящее время современная физика находится в очередном предреволюционном состоянии. Большинство революций в физике основывались на пересмотре и уточнении понятий «пространство», «время», «материя-энергия».

Но что значит, уточнить или объяснить? Это значит, свести новое понятие к чему-то уже известному, более фундаментальному. А наиболее фундаментальные понятия, которое по определению уже не могут быть сведены к другим, должны постулироваться. Их объяснить невозможно в принципе. По моему мнению, наиболее фундаментальным понятием является «материя-энергия», а «пространство» и «время» от него производные.

Энергия может находиться в концентрированном виде, образуя вещество, или существовать в форме поля. Точнее, в виде неких сущностей, обеспечивающих взаимодействие частиц вещества.

Если базироваться на представлении о полях, то в настоящее время известны их 4 вида: электромагнитное, слабое (вместе они составляют электрослабое поле), сильное поле ядерных сил, глюонное поле. Иногда к этому списку добавляют гравитационное поле, но поскольку пока не существует квантовой теории гравитации, то считается, что гравитация – это проявление свойств искривленного пространства-времени.

Все перечисленные поля квантуются, т.е. взаимодействие с полями представляются в виде взаимодействия частиц – квантов поля.

Люди в своей практической жизни, которая сформировала их представление об окружающем мире, сталкивались с электромагнитным полем. Оно проявлялось в виде солнечного света, тепла, электрических процессов в атмосфере (электрические разряды). Все проявления на молекулярном и атомных уровнях, все химические процессы в человеческом теле – это по существу разные проявления электромагнитного поля. Другими словами, на протяжении длительного исторического пути возникновения и развития человека он имел дело только с электромагнитным полем. Ну, и конечно, с гравитацией.

Естественно, это предопределило способ его восприятия мира: всё, что представляет видимое и невидимое электромагнитное поле, он стал в абстрактном виде обозначать, как «пространство». Поэтому можно условно поставить знак соответствия «электромагнитное поле» – «пространство». Далее случилось то, что логически должно было случиться: при развитии абстрактного мышления пространство абстрагировалось от материи, стало рассматриваться, как самостоятельная сущность. Появились геометрия, а эволюция вещества стала рассматриваться в этом абстрактном пространстве, которая существует как бы само по себе, независимо от материи.

Но в атомных ядрах, помимо электромагнитных сил, также существуют ядерные силы. Как они меняют наши представления о пространстве?

Действительно, ядерные силы – другой вид поля. Но дело в том, что в атомных ядрах эти силы сопоставимы с электромагнитными: именно сопоставимость этих 2-х сил

обуславливает равновесие и гарантирует стабильность атомных ядер. Поэтому следует ожидать, что и на ядерном уровне представления о пространстве не должны существенно измениться. Что и происходит на практике. По крайней мере, при современной точности измерений.

А если учесть, что характерный размер атомных ядер, где начинают проявляться ядерные силы, примерно в 100 тысяч раз меньше, чем размер атомов, то следует признать: всё, что мы наблюдаем – это электромагнитное поле. Другими словами: для понимания сущности пространства-времени электромагнитное поле имеет исключительное, определяющее значение.

Звончком для очередных сомнений и для последующей революции в физике стала специальная теория относительности. Её результатом был пересмотр основных свойств пространства и времени при околосветовых скоростях. Свет – электромагнитное поле. Поэтому неслучайно, что изменение представлений о пространстве и времени произошло при более глубоком анализе существа именно электромагнитных явлений.

Общая теория относительности уже непосредственно связала в одну сущность пространство и время, которая получила название «пространство-время» и свойства которой стали определяться веществом и энергией, а не существовать сами по себе. При этом гравитация стала объясняться с геометрических позиций – не как поле, а как искривление пространства-времени.

Дальше – больше. Через несколько лет появилась квантовая механика. С точки зрения изменений представлений о пространстве и времени важно упомянуть один из её важнейших принципов – принцип неопределённости. Как известно из геометрии и классической физики, три пространственные и одна временная координаты вводятся для однозначности измерений. Но если оказывается, что в квантовой механике невозможно одновременно точно измерить координату и импульс элементарной частицы (а также другие сопряженные переменные: время и энергию, угол и момент количества движения и т.д.), то это означает, что с такими координатами что-то принципиально не так.

Ещё раз: координаты как раз вводятся для однозначности измерений, для этого они и нужны! Если нельзя провести однозначных измерений, такая система координат несостоятельна по определению.

Неладно что-то в датском королевстве! Это означает, что реальный мир устроен сложнее, чем идеальный 4-х мерный мир, пусть даже искривлённый тяготением. По крайней мере, в микромире, или при очень высоких плотностях энергии, или в малых масштабах. Если там ещё и можно говорить о пространстве, то его свойства могут оказаться другими, чем в обычном, нам всем привычном мире.

Теперь о времени. Что такое время, никто не знает, хотя оно как параметр входит во все уравнения фундаментальной физики, а все школьники с лёгкостью и интересом изучают различные хронометры, заглядывая в их внутренности. Наиболее известно определение времени через хаос: чем более хаотично состояние, тем дальше оно отстоит от некоторого начального момента. Мерой хаоса является энтропия. Поэтому

«стрела времени», показывающая его направленность, совпадает с ростом энтропии.

В физической системе могут происходить 3 вида физических процессов: с ростом хаоса, с уменьшением хаоса, периодические (на самом деле – квазипериодические). Последние процессы обычно используются для измерения времени. Но измерить что-то – не всегда означает понимание его физической сущности. Пример: во Франции хранится эталон массы – килограмм. Массу можно также мерить в тоннах, граммах, унциях и т.д. Это – просто. Но для того, чтобы понять, что такое масса, откуда она берётся, потребовался бозон Хиггса.

Ещё пример для большей ясности: уровень достоверности существования всемогущего Бога нельзя измерить количеством молитв, произнесённых в его славу верующими.

Так как хаотические процессы в мире всё же преобладают, то время может быть понято через хаос. Но одно дело хаос в разреженной газе, другое – в системе с плотной упаковкой атомов (например, алмаз). Там хаотизация выражена значительно слабее. В некотором смысле можно сказать, что в алмазе собственное время течёт существенно медленнее, чем в окружающем его воздухе.

Конечно, для понимания времени можно попытаться использовать представления о хаосе. Но, на мой взгляд, нагляднее воспринимать время через некие ритмы электромагнитного поля.

А теперь постараемся представить себе состояние Вселенной в начале её развития, т.е. то, что обычно называется Большим взрывом. Огромные плотности энергии, атомов нет, есть только элементарные прото-частицы, внутри которых ничего не происходит (иначе бы эти частицы не были бы элементарными).

Поэтому там не было хаоса в нашем обычном понимании и того времени, к которому мы привыкли. Но возможно, что какая-то хаотичность всё же была, но для её описания может использоваться не один параметр в виде привычного нам времени, а некоторая совокупность параметров, которые к тому же могут быть связаны с показателем хаоса и друг с другом нелинейным образом. Т.е. если перевести всё это на привычный язык, то аналог времени может быть многомерным и искривленным.

При высоких уровнях энергии, характерных для Большого взрыва, не существует 4-х или 5-ти видов полей. Все они сливаются в единое поле. Можно привести такую аналогию: если в кастрюле находится однородный водяной пар, и Вы начинаете сильно и быстро охлаждать дно жидким азотом, то произойдет следующее: на дне образуется слой льда, на нём слой воды, а сверху останется пар. Т.е. при резком изменении условий однородный пар разделился на 3 фазы. Что-то похожее происходило и с единым полем – из него при «охлаждении» выделились все известные поля.

Другими словами, в первичном состоянии Вселенной могло не быть электромагнитного поля. А значит, могло не существовать пространства и времени в нашем привычном представлении. Т.е. получается, что в первичном состоянии Вселенной не было того старого доброго «пространства-времени», к которому мы давно привыкли.

Поэтому странно читать, когда подробно описывается, что происходило на 10^{-43} или

10^{-36} секундах после Большого взрыва. Этой секунды могло не быть в принципе! И взорваться чему-то с последующим выбросом в окружающее пространство тоже было невозможно, т.к. не существовало самого пространства.

Иначе говоря, по гипотезе Большого взрыва считается, что он состоялся в уже существующем, как бы заранее приготовленном для него пространстве и времени. Как это мило с их стороны!

И ещё более милым выглядят не только нежелание задать логичный вопрос «А пространство и время откуда взялись?», но и создание теорий, которые, описывая Большой взрыв, оперируют частными производными по координатам и времени. Но при Большом взрыве, если он действительно был, не существовало не только частных производных по координатам и времени, но и самих этих координат и времени!

Кстати, для того чтобы наглядно представить, что такое 10^{-43} секунды, можно оценить время прохождения света через расстояние, равное радиусу протона или классическому радиусу электрона (порядка 10^{-15}). Это время составит порядка 10^{-23} с. Это в 10^{20} раз больше той самой 10^{-43} секунды. Если протон увеличить до размера галактики, то меньшая в 10^{20} раз по отношению к нему величина будет сопоставима с ростом человека.

Но потом единое поле разделилось на свои компоненты, появилось электромагнитное поле, возникли пространство и время. Мир начал приобретать привычные черты: образовались галактики, звёздные системы, планеты. На них зародилась жизнь, затем появились люди, наиболее непоседливые из которых занялись изучением природы, установили физические законы, придумали остроумные физические гипотезы и теории. В том числе, из закономерностей локального характера выдвинули и стали развивать глобальную гипотезу Большого взрыва.

В рассматриваемой ниже модельной Вселенной пространство-время будет ассоциироваться с электромагнитным полем. Появляется электромагнитное поле – вместе с ним появляется и пространство-время. И поскольку электромагнитное поле квантуется, то логично считать, что и пространство-время также квантовано. Т.е. говорить о пространстве-времени ниже некоторых масштабов становится вообще бессмысленным. И эти масштабы соответствуют принципу неопределённости, который далее считается одним из фундаментальных законов природы.

Следующим фундаментальным понятием рассматриваемой модельной Вселенной является физический вакуум – некая квантовая среда из прото-частиц, которая в некоторых условиях способна флуктуировать, разрушаться (расщепляться), образуя элементарные частицы.

Следует отметить, что в своё время «решётку» физического вакуума рассматривал Планк. Лоренц выводил свои релятивистские формулы, которые затем использовал Эйнштейн, также основываясь на модели подобной фундаментальной, «незыблемой» решётки. «Море Дирака» – это тоже физический вакуум.

Физический вакуум – вездесущая, но практически ненаблюдаемая субстанция. Что-то вроде толщи воды над поверхностью океана, в которой происходят физические

процессы. Наблюдать физический вакуум очень сложно, т.к. в нём нет электромагнитного поля, и поэтому отсутствуют для нас представления о пространстве и времени.

Важное для рассматриваемой модели понятие – глобальная флуктуация физического вакуума, в результате которой стала образовываться Вселенная. Центр этой глобальной флуктуации далее будем сокращённо обозначать ЦГФ.

Для наглядности представьте себе большой объём переохлаждённой жидкости, в котором из некоторого малого объёма под действием некоего случайного фактора стал образовываться массив льда. С течением времени он увеличивается в объёме, расширяется, охватывая всё новые и новые слои жидкости. Кому не нравится переохлаждённая жидкость – представьте перегретую жидкость, в которой начинает образовываться паровой пузырь.

Другая аналогия: толстый массив стекла, внутри которого возникло напряжение и стала распространяться густая сеть мелких трещин. Образовавшая при разрушении стекла мелкая пыль – это аналог материи.

Ещё аналогия – очаг пламени, например, в сухой траве на ровном поле: образование пепла и других продуктов сгорания в основном происходит на границе области горения, а выжженная земля – аналог Вселенной.

Конечно, все эти аналогии неполны. Их основной недостаток – в них считается, что разрушаемая среда – аналог физического вакуума – как-то локализована в пространстве-времени. С физическим вакуумом эта аналогия не проходит – в физическом вакууме нет ни пространства, ни времени в нашем обычном представлении. Поэтому где там что-то локализовано, говорить невозможно, т.к. само понятие о локализации несостоятельно. Но нет худа без добра – именно это свойство примиряет представление о физическом вакууме со специальной теорией относительности.

Предположим, что скорость разрушения физического вакуума и соответствующее образование материи и пространства-времени, происходит со скоростью света.

Генерация материи происходит в элементарных пространственно-временных ячейках – квантах пространства-времени. При этом образуются все известные элементарные частицы – кванты соответствующих полей. В том числе, кванты электромагнитного поля – фотоны. В т.ч. числе, фотоны, которые принято называть квантами реликтового излучения, но которые в рассматриваемой модели таковыми не являются, т.к. они образуются не только при глобальной флуктуации, но и при дальнейшем расщеплении физического вакуума.

В чём отличие этой модели от Большого взрыва? В первую очередь в том, что генерация материи осуществляется не только в ЦГФ, но и в дальнейшем по мере последующего разрушения физического вакуума на границе Вселенной. Причём – в основном именно при последующем разрушении физического вакуума. Т.е. глобальная флуктуация в возникновении Вселенной – событие, конечно, определяющее, но значительно менее важное, чем в модели Большого взрыва: в рассматриваемой Вселенной материя продолжает образовываться и после глобальной флуктуации.

В рассматриваемой модели также отсутствует глобальное (космологическое) удаление физических объектов друг от друга. Т.е. перемещения, перегруппировки образовавшейся матери, конечно, имеют место, но глобальных перемещений, которые ассоциируются с расширением Вселенной в целом – нет. А то, что регистрируется в виде красного или фиолетового смещений спектральных линий имеет под собой совершенно другую физическую основу: это кажущийся эффект, обусловленный различием свойств пространства-времени в удалённых друг от друга областях Вселенной.

Далее логично переходим к космологическому принципу. В данной модели, где имеется выделенная область – ЦГФ, пространство глобально не может не быть анизотропным. Поэтому в этой модели космологический принцип может быть только приближённым, применимым в относительно малых областях Вселенной.

Но что значит – малых? Например, радиус галактики Млечный Путь составляет около 3×10^5 радиуса Хаббла, а её объём – около 10^{-16} объёма видимой части Вселенной. Для наглядности: если наблюдаемую Вселенную представить в масштабе земного шара, то Млечный Путь будет иметь размер блюдца, которая находится где-то внутри этого шара (рис.2).

Поэтому в пределах галактик и их скоплений космологический принцип приближённо выполняется, но для Вселенной в целом он может оказаться неприменимым. Например, теория относительности вполне себе может работать в относительно малых масштабах, но при этом давать сбои при рассмотрении Вселенной в целом.

Относительная малость размеров галактик по отношению к размеру всей Вселенной (рис. 3) позволяет использовать модельное приближение об однородной Вселенной, которое значительно упрощает проводимые ниже вычисления.

Таким образом, основное положение рассматриваемой ниже модели – считается, что Вселенная образуется в результате расщепления (разрушения) физического вакуума. Воспринимаемую нами Вселенную можно сравнить с рябью и волнами на поверхности океана. А что находится в глубинах, и каковы эти глубины – неизвестно.

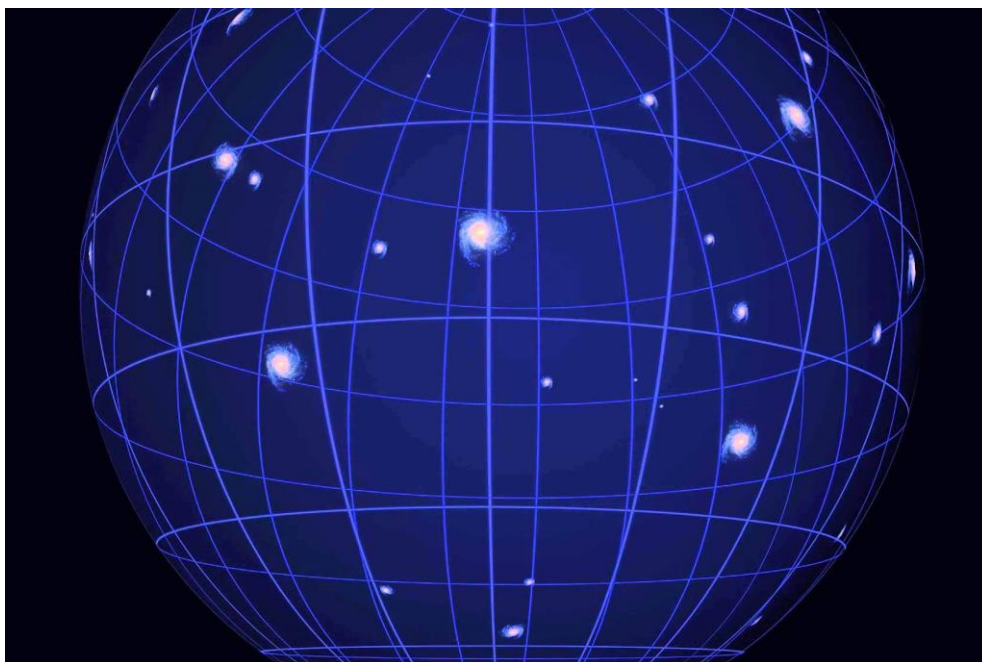


Рис. 2. Относительные размеры галактик и Вселенной

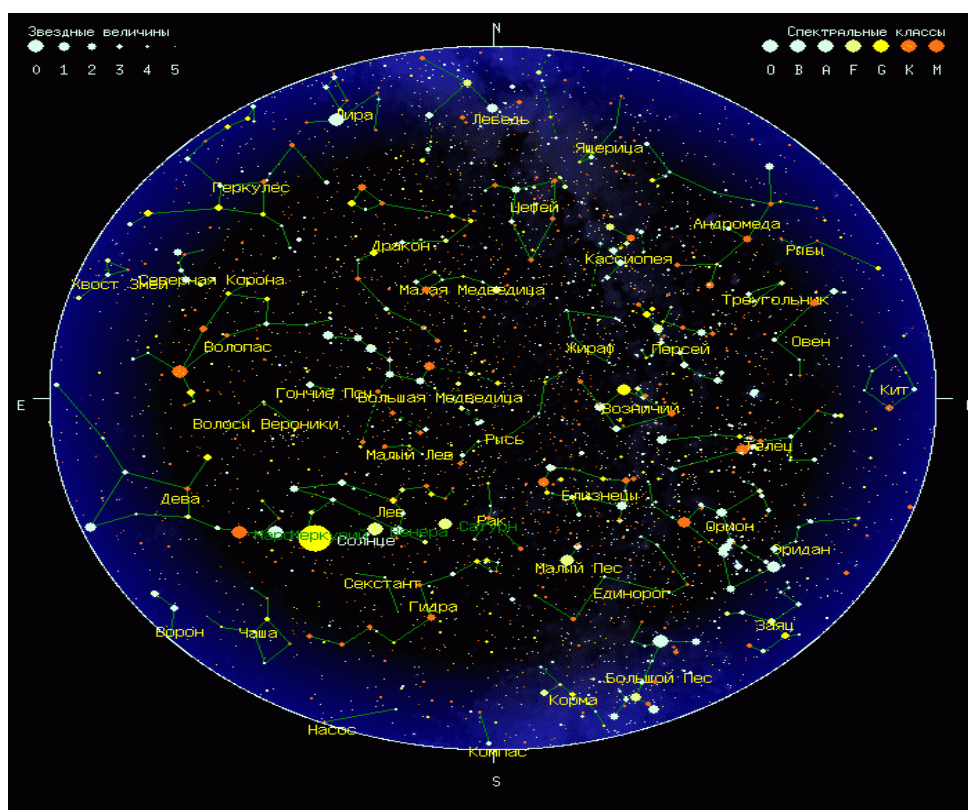


Рис. 3. Галактики

Основная задача последующего анализа: рассмотреть основные физические эффекты, совместимые с предложенной моделью Вселенной.

Для проведения численных оценок потребуются некоторые физические константы. Для удобства все они сосредоточены в следующем разделе.

2. Физические константы

γ – гравитационная постоянная, $6,67384 \times 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \times \text{с}^2)$

H – постоянная Хаббла, $2,169 \times 10^{-18} \text{ с}$

c – скорость света в вакууме, $2,99792 \times 10^8 \text{ м/с}$

1 млрд. световых лет = $0,946 \times 10^{25} \text{ м}$

радиус Хаббла R_0 (радиус наблюдаемой Вселенной) = $1,38216 \times 10^{26} \text{ м} = 14,61 \times 10^9$ световых лет

радиус Хаббла R_0 (радиус наблюдаемой Вселенной) = $1,38216 \times 10^{26} \text{ м} = 14,61 \times 10^9$ световых лет

критическая плотность материи $\rho_c = 0,931 \times 10^{-26} \text{ кг/м}^3$ ($5,2 \cdot 10^{-6} \text{ ГэВ/см}^3$)

плотность энергии реликтового излучения $u = 4 \times 10^{-14} \text{ Дж/м}^3$

температура реликтового излучения – $2,72548 \text{ К}$

постоянная Планка $h = 6,62607 \times 10^{-34} \text{ Дж} \times \text{с}$

$\hbar = h/(2 \times \pi) = 1,054571 \times 10^{-34} \text{ Дж} \times \text{с}$

элементарный электрический заряд $e = 1,6021765 \times 10^{-19} \text{ Кл}$

диэлектрическая проницаемость вакуума $\epsilon_0 = 8,85419 \times 10^{-12} \text{ Ф/м}$

масса электрона $m_e = 0,9109383 \times 10^{-30} \text{ кг}$

классический радиус электрона $r_e = e^2/(4 \times \pi \times \epsilon_0 \times m_e \times c^2) = 2,81794 \times 10^{-15} \text{ м}$

постоянная тонкой структуры $\alpha = e^2/(2 \times \epsilon_0 \times c \times h) = 1/137,036$

пересчёт массы из кг на энергетические единицы:

$$1 \text{ эВ} \rightarrow 1,7827 \times 10^{-36} \text{ кг}$$

$$1 \text{ МэВ} \rightarrow 1,7827 \times 10^{-30} \text{ кг}$$

$$1 \text{ ГэВ} \rightarrow 1,7827 \times 10^{-27} \text{ кг}$$

$$1 \text{ ТэВ} \rightarrow 1,7827 \times 10^{-24} \text{ кг}$$

3. Гравитационная энергия модельной Вселенной

Анализ начнём с самого простого – с почти школьной задачи о собственной гравитационной энергии – W_g шара.

Напомним, что гравитационная энергии – величина отрицательная, т.к. требуется произвести некоторую работу, чтобы удалить элементы массы в то место, где гравитационная энергия станет равна нулю. Но далее, чтобы не мельтешить знаком «–» по всем соотношениям этого раздела, будем рассматривать абсолютное значение энергии, т.е. W_g .

Сначала рассмотрим шар равномерной плотности. Напряжённость E_g гравитационного поля (ускорение) внутри него определяется следующим образом

$$E_g(r) = \gamma \times \rho \times 4 \times \pi \times r / 3,$$

где γ – гравитационная постоянная, равная $6,67384 \times 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{кг} \times \text{с}^2)$;

ρ – массовая плотность однородного шара.

Потенциал ϕ_g электрического поля внутри однородного шара:

$$\begin{aligned} \phi_g(r)/(4 \times \pi) &= \int_r^{\infty} \gamma \times r \times \rho / 3 \times dr = \int_r^R \gamma \times r \times \rho / 3 \times dr + \int_R^{\infty} \gamma \times R^3 \times \rho / (3 \times r^2) \times dr = \\ &= \gamma \times \rho \times (R^2 - r^2) / 6 + \gamma \times \rho \times R^2 \times \rho / 3 = -\gamma \times \rho \times r^2 / 6 + \gamma \times \rho \times R^2 \times \rho / 2 \end{aligned}$$

Общая гравитационная энергия W_g шара в собственном гравитационном поле

$$\begin{aligned} W_g &= (1/2) \times \int_0^R \phi_g(r) \times 4 \times \pi \times r^2 \times \rho \times dr = \\ &= -2 \times \pi \times \rho^2 \times \gamma \times R^5 / 30 + 2 \times \pi \times \rho^2 \times \gamma \times R^5 / 6 = (4 \times \pi \times \rho)^2 \times \gamma \times R^5 / 15 = (3/5) \times \gamma \times M^2 / R, \end{aligned}$$

где M – масса шара.

Другой способ вычислений W_g , основанный на определении энергии, требуемой для того, чтобы последовательно удалить все элементарные сферические слои шара на бесконечность, фактически распылить его:

$$\begin{aligned} W_g &= \int_0^R \gamma \times (4 \times \pi / 3) \times r^3 \times 4 \times \pi \times r^2 \times \rho^2 \times dr / r = \\ &= \int_0^R \gamma \times (4 \times \pi / 3) \times r^4 \times 4 \times \pi \times \rho^2 \times dr = \gamma \times (4 \times \pi / 15) \times R^5 \times 4 \times \pi \times \rho^2 = (3/5) \times \gamma \times M^2 / R \end{aligned}$$

Можно предложить и 3-й способ определения W_g , при котором коэффициент $3/5$ получается при вычислении тройного интеграла, представляющего сумму гравитационных энергий элементарных масс шара по отношению друг к другу:

$$3/5 = \{9/(8 \times \pi)\} \times \int_0^1 r^2 \times \left\{ \int_0^1 \int_0^{2\pi} 2 \times \pi \times \rho^2 \times \sin(\theta) \times d\theta \times dp / L \right\} \times dr$$

где $L = [r^2 + \rho^2 - 2 \times r \times \rho \times \cos(\theta)]^{1/2}$ – расстояние между элементами массы.

Здесь интеграл определяет энергию гравитационного взаимодействия масс в шаре единичного радиуса с единичной плотностью. При расчёте рассматривается взаимодействие круговых цилиндров радиуса $r \times d\psi$ с осями, совпадающими с осью Oz , с остальными элементарными массами шара. Радиусы цилиндров увеличиваются при удалении от начала координат, формируя единичный телесный угол. Остальные элементарные массы образуют кольца массой $2 \times \pi \times \rho^2 \times d\theta$, нанизанные на ось Oz , т.е. предварительно проведено интегрирование по углу φ .

Множитель перед интегралом

$$9/(8 \times \pi) = 2 \times \pi / (4 \times \pi / 3)^2$$

Числитель – половина полного телесного угла $4 \times \pi$ (половина, т.к. гравитационная энергия 2-х элементарных масс в интеграле вычисляется дважды, и для компенсации этого приходится делить полный телесный угол на 2).

Знаменатель – квадрат массы однородного шара единичного радиуса и единичной плотности.

Теперь рассмотрим шар массой M , в котором ρ плотность убывает по радиусу r по закону обратного квадрата:

$$\rho(r) = A/r^2,$$

где A – константа, определяемая из условия:

$$M = \int_0^R 4 \times \pi \times r^2 \times \rho(r) \times dr = \int_0^R 4 \times \pi \times A \times dr = 4 \times \pi \times A \times R$$

$$A = M / (4 \times \pi \times R)$$

Средняя плотность шара $\rho_0 = 3 \times M / (4 \times \pi \times R^3)$. Поэтому

$$\rho(r) = (\rho_0/3) \times (R/r)^2$$

Масса внутреннего шара радиусом r :

$$M = (4 \times \pi / 3) \times \rho_0 \times R^2 \times r$$

Напряжённость гравитационного поля внутри шара на радиусе r :

$$E_g(r) = \gamma \times \rho_0 \times (4 \times \pi / 3) \times R^2$$

Т.е. внутри шара напряжённость гравитационного поля постоянна.

$$\begin{aligned} W_g &= \int_0^R \gamma \times \rho_0 \times (4 \times \pi / 3) \times R^2 \times 4 \times \pi \times r^2 \times (\rho_0/3) \times (R/r)^2 \times dr = \\ &= \gamma \times \rho_0^2 \times (4 \times \pi / 3)^2 \times R^5 = \gamma \times M^2 / R \end{aligned}$$

Множитель «1» при вычислении W_g также может быть также получен путём суммирования (интегрирования) энергий от элементов массы в поле друг друга:

$$I = (1/4) \times \int_0^1 \left\{ \int_0^1 \int_0^\pi \chi(\rho, L, r) \times \sin(\theta) \times d\theta \times d\rho / L \right\} \times dr$$

В данном случае множитель $\chi(\rho, L, r)$ равен 1. Но в более общем случае, который будет рассмотрен ниже, его значения могут быть отличны от 1.

Теперь рассмотрим стационарную Вселенную в виде шара, массовая плотность которого убывает по закону обратного квадрата.

Сейчас станет понятным, почему в предыдущих примерах пришлось возиться с интегралами и множителем $\chi(\rho, L, r)$. Дело в том, что при определении гравитационной энергии Вселенной предыдущие соотношения не совсем подходят, т.к. в них не учитываются, что отдельные массы не могут взаимодействовать (т.е. вносить свой вклад в общую гравитационную энергию Вселенной), если время их образования + время распространения взаимодействия до другого элемента превышает время существования Вселенной.

Эта поправка приводят к тому, что в выражении для гравитационной энергии вместо коэффициента 1 перед $\gamma \times M^2 / R$ применяется величина I, определяемая следующим интегралом:

$$I = (1/4) \times \int_0^1 \left\{ \int_0^1 \int_0^\pi \chi(\rho, L, r) \times \sin(\theta) \times d\theta \times d\rho / L \right\} \times dr,$$

где

$$\chi(\rho, L, r) = \begin{cases} 1 & \text{при } \{ \max(r, \rho) + L \} \leq 1 \\ 0 & \text{при } \{ \max(r, \rho) + L \} > 1 \end{cases}$$

Т.е. выражение для I аналогично одному из предыдущих; но в нём дополнительный множитель $\chi(\rho, L, r) \neq 1$.

Интеграл I можно достаточно просто вычислить численно. Он равен 0,5119. Т.е. указанные поправки приводят к снижению гравитационной энергии шара примерно в 2 раза.

4. Определение массы Вселенной

Если Вселенная образовалась в результате флуктуации, то, с учётом того, что гравитационная энергия – отрицательная, должно быть

$$-W_g + M \times c^2 = 0$$

Т.е. суммарная энергия Вселенной должна быть равна нулю. Тогда её масса M определится из соотношения:

$$0,5119 \times \gamma \times M^2 / R = M \times c^2,$$

где R – радиус Вселенной.

Отсюда

$$M = 1,9535 \times R \times c^2 / \gamma$$

При этом средняя плотность ρ материи во Вселенной составит

$$\rho = 3 \times M / (4 \times \pi \times R^3) = (0,46636 / \gamma) \times (c/R)^2$$

В настоящее время считается, что средняя плотность ρ_c материи во Вселенной примерно равна так называемой критической плотности $0,931 \times 10^{-26}$ кг/м³ ($5,20 \times 10^{-6}$ ГэВ/см³).

Отсюда вычисляется радиус R Вселенной:

$$\begin{aligned} R &= \{0,46636 \times c^2 / (\gamma \times \rho_c)\}^{1/2} = \\ &= \{0,46636 \times 0,898752 \times 10^{17} / (6,67384 \times 10^{-11} \times 0,931 \times 10^{-26})\}^{1/2} = \\ &= 2,5973 \times 10^{26} \text{ м} \end{aligned}$$

Т.е. получается величина, в $1,879 \approx 2$ раза превосходящая радиус Хаббла (радиус наблюдаемой Вселенной), равный $1,38216 \times 10^{26}$ м, т.е. примерно 27,456 млрд. световых лет.

На что указывает коэффициент $1,879 \approx 2$? На то, что увеличение радиуса R Вселенной происходит примерно со скоростью света «с». В противоположном случае, двойка не получилась бы.

Общая масса Вселенной составит

$$M = 6,8328 \times 10^{53} \text{ кг}$$

Итак

$$M = 1,9535 \times R \times c^2 / \gamma$$

Глядя на это очень простое соотношение, приходим к очень непростым выводам.

Главный из них: масса Вселенной пропорциональна её радиусу. Это является указанием на то, что по мере увеличения радиуса должна создаваться дополнительная масса, которая увеличивает общую массу Вселенной. Другими словами, в предлагаемой модели глобальная флуктуация является скорее не генератором материи, а детонато-

ром процесса её образования при последующем разрушении физического вакуума.

Естественно возникает вопросы: где, как и за счёт чего создаётся эта новая материя? Каков механизм её генерирования? Понятно, что для ответа на эти вопросы необходимо рассмотреть фундаментальные физические процессы на уровне элементарных частиц, т.е. перейти с макроуровня (Вселенная) на микроуровень (элементарные частицы).

5. Кванты времени, кванты пространства и постоянная тонкой структуры

Переходим с макроуровня на микроуровень. Обозначим:

τ – квант времени: минимальный промежуток времени, ниже которого существующие представления о времени становятся несостоятельными;

λ – квант пространства: минимальный промежуток пространства, ниже которого существующие представления о пространстве становятся несостоятельными.

Обычно считается, что между величинами τ и λ существует простое соотношение:

$$\lambda = c \times \tau,$$

где c – скорость света в вакууме.

Но нет никаких физических препятствий также полагать, что

$$\lambda = a \times c \times \tau,$$

где « a » – некая безразмерная константа, $a < 1$, характеризующая фундаментальные свойства материи и зависящая от свойств физической среды внутри элементарной пространственно-временной ячейки.

В качестве возможного кандидата на параметр « a » рассмотрим постоянную тонкой структуры α

$$\alpha = e^2 / (2 \times \epsilon_0 \times c \times h)$$

Постоянная тонкой структуры α – безразмерная величина, которая всегда являлась объектом восхищения для физиков. Ричард Фейнман, один из основателей квантовой электродинамики, называл её «одной из величайших проклятых тайн физики: магическое число, которое приходит к нам без какого-либо понимания его человеком». Предпринималось большое количество попыток выразить постоянную α через чисто математические величины (нумерология) или вычислить на основе каких-либо физических соображений.

Зоммерфельд вводил α , как отношение скорости электрона на первой круговой орбите к скорости света в боровской модели атома.

Но формально постоянная тонкой структуры α является отношением двух энергий: энергии, необходимой, чтобы преодолеть электростатическое отталкивание между двумя элементарными зарядами, сблизив их с бесконечности до некоторого расстояния s :

$$e^2 / (4 \times \pi \times \epsilon_0 \times s)$$

и энергии фотона с длиной волны $2 \times \pi \times s$.

Но каков при этом физический смысл величины s – неясно.

Между тем, если исходить из гипотезы о существовании квантов пространства-времени, то логично в качестве s рассматривать пропорциональную ей величину кванта λ пространства.

Если считать, что материя Вселенной образуется в результате разрушения (расщепления) физического вакуума из-за некоторой первичной флуктуации в нём, то величина общей энергии материи E в элементарной ячейке пространства-времени может быть оценена из известного соотношения – принципа неопределённости

$$E \times \tau = \hbar$$

Если положить $\lambda = c \times \tau$, то $E = \hbar \times c / \lambda$.

С другой стороны, энергия E_k электромагнитного поля при образовании двух противоположных по знаку зарядов определяется как

$$E_k = e^2 / (4 \times \pi \times \epsilon_0 \times \lambda),$$

а отношение этих двух величин как раз равно постоянной тонкой структуры α :

$$\{ e^2 / (4 \times \pi \times \epsilon_0 \times \lambda) \} / \{ \hbar \times c / \lambda \} = e^2 / (4 \times \pi \times \epsilon_0 \times \hbar \times c) = e^2 / (2 \times \epsilon_0 \times \hbar \times c)$$

Т.е. при использовании представлений в квантах пространства-времени всё получается довольно логичным.

Но можно пойти дальше.

Если учесть, что энергия электромагнитного поля – отрицательная (образовавшиеся заряды имеют противоположные знаки), а энергия образовавшейся материи – положительная, из равенства суммы этих энергий нулю, аналогично равенству нулю общей энергии Вселенной, следует:

$$- e^2 / (4 \times \pi \times \epsilon_0 \times \lambda_0) + \hbar / \tau = 0$$

Получается, что глубина потенциальной ямы, в которой находятся образовавшиеся из физического вакуума имеющие электрический заряд элементарные прото-частицы, составляет $\hbar / \tau$. Этой величине соответствует значение $\lambda_0 = \alpha \times \lambda$. Именно с этого значения можно считать, что начинает формироваться пространство-время.

Величина кванта пространства λ_0 оказывается в $1/\alpha = 137,036$ раз меньше рассматриваемой ранее величины λ , и она соответствует скорости не «с», а $\alpha \times c$. Это не должно вызывать особого удивления: плотность массы-энергии в элементарной пространственно-временной ячейке, скорее всего, очень высока, поэтому все процессы там замедлены, аналогично тому, как очень долго свет выходит из центра Солнца, и могут протекать со скоростями (если вообще уместно употреблять термин «скорость» при таких пространственно-временных масштабах), значительно меньшими скорости света. В этой связи можно ещё вспомнить о скоростях электронов в атомах, которые примерно в такой же степени отличаются от скорости света.

Для наглядности: на рубеже λ_0 , где начинает формироваться пространство-время, физическую среду можно уподобить густому желе, а на рубеже λ , где заканчивается это формирование, – воздуху. λ_0 имеет смысл некоторого расстояния очень условно, т.к. пространство ещё окончательно не сформировано.

Для того, чтобы выбраться из потенциальной ямы, имеющие электрический заряд элементарные прото-частицы должны преодолеть потенциальный барьер $\hbar/\tau$ (рис. 4). Это смогут сделать лишь те немногие из них, энергия которых достаточна для этого.

Предположим, что распределение этих частиц по энергии соответствует закону Больцмана (закону Гиббса) некоторым значением средней энергии. Как известно, этот закон характерен ещё и тем, что средняя оставшаяся энергия частиц, преодолевших любой энергетический барьер, имеет то же значение, что и средняя энергия частиц внизу потенциальной ямы. Используем это свойство для определения средней энергии частиц.

Когда заряженные прото-частицы почти преодолеют энергетический барьер, выйдя на рубеж λ , их энергия электромагнитного взаимодействия составит $\alpha \times \hbar/\tau$. Если принять, что на каждую степень свободы приходится одинаковая средняя энергия, то средняя энергия частиц на рубеже λ также должна быть равна $\alpha \times \hbar/\tau$. И далее, по Больцману: разброс энергий прото-частиц на дне потенциальной ямы также равен $\alpha \times \hbar/\tau$.

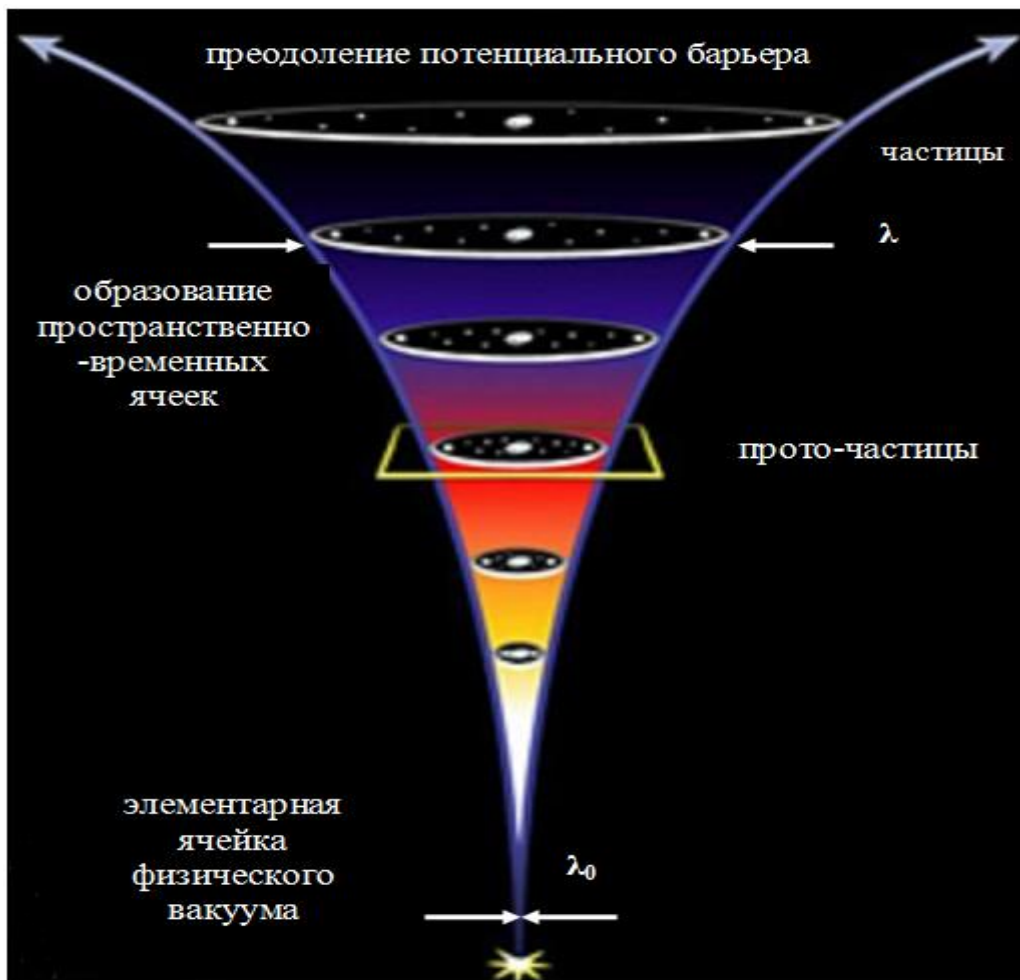


Рис. 4. Схема образования материи и пространства-времени из физического вакуума

На всякий случай для ясности: $\hbar/\tau$ – флуктуация энергии, приводящая к образованию в элементарной ячейке некоторой совокупности прото-частиц (аналог общей «температуры» этой совокупности), а $\alpha \times \hbar/\tau$ – разброс их энергий в этой совокупности.

Для того, чтобы с λ_0 выйти на λ , заряженным прото-частицам нужно преодолеть энергетический барьер в $1/\alpha$ относительных единиц $\alpha \times \hbar/[\tau \times (\alpha + 1)]$, а для того, чтобы полностью выйти из потенциальной ямы, т.е. полностью разорвать связь с родительским физическим вакуумом, им требуется преодолеть

$$1 + 1/\alpha$$

единиц $\alpha \times \hbar/[\tau \times (\alpha + 1)]$ энергии.

Но, как уже было сказано, достичь таких «высот» суждено не всем частицам. Большая их часть возвратится обратно в первичный физический вакуум из-за притяжения зарядов разного знака. Преодолеют энергетический барьер только немногие из них. Поэтому общая вероятность «р» выхода заряженных прото-частиц из элементарной пространственно-временной ячейки составит

$$p = \exp \{ - (1 + 1/\alpha) \} = e^{-1} \times \exp \{ - 1/\alpha \}$$

Здесь $e = 2,718281828$ – основание натуральных логарифмов.

Значение «р» составляет $1,12649 \times 10^{-60}$. Т.е. подавляющее большинство заряженных первичных прото-частиц возвращается в физический вакуум.

На выходе средняя энергия частиц будет составлять $\alpha \times \hbar/\tau = \alpha \times \hbar \times c/\lambda$.

Этой энергии соответствует масса частиц

$$m = \alpha \times \hbar/(c \times \lambda)$$

Конечно, допущение о допустимости применения распределения Больцмана, скорее всего, является грубым приближением. Но, там, где порядки величин отличаются на многие десятки, оно может использоваться для ориентировочных предварительных оценок.

Кстати, если будет установлено реальное распределение по энергиям первичных частиц в элементарной пространственно-временной ячейке, то, скорее всего, оно будет несимметричным относительно частиц и античастиц – нужно же соответствовать тому, что мир состоит в основном из вещества, а антивещества в нём значительно меньше.

Впрочем, антивещество появляется в теории, когда имеется симметрия прошлого и будущего, т.е. когда возможна замена t на $-t$. Но если существует некое начало времён, некая глобальная флуктуация, то эта симметрия нарушается, и тогда мир начинает состоять в основном из вещества.

Но, с другой стороны, если влияние глобальной флуктуации – невелико (не как в гипотезе Большого взрыва, а как в рассматриваемой модельной Вселенной), то симметрия между прошлым и будущим приближённо (с точностью до квантовых флуктуаций) может соблюдаться. Тогда возможно появление античастиц.

Но, конечно, это предположение насчёт асимметрии вещества и антивещества –

только догадка.

Таким образом, в результате проведённого рассмотрения получен важный для последующих оценок результат – определена вероятность «р» выхода элементарных заряженных прото-частиц из элементарной ячейки пространства-времени и их общая масса.

Следует отметить, что для нейтральных прото-частиц, формирующих пространство, «р» = 1. И, скорее всего, такие частицы имеют нулевую массу.

6. Определение величин квантов пространства и времени из условий взаимосвязи микромира и макромира

Основные предположения:

- размеры Вселенной соответствуют радиусу R;
- случайный процесс образования материи в квантах пространства-времени – динамический: материя образуется и исчезает в динамическом режиме; при этом средние интенсивности обоих процессов одинаковы, т.к. в элементарных ячейках отрицательная энергия равна положительной;
- количество элементарных сгустков материи, образовавших за всё время существования Вселенной, равно количеству образовавшихся квантов пространства-времени; но при этом значительная часть материи исчезает, переходя обратно в физический вакуум.

Рассмотрим образование материи в слое толщиной λ , когда разрушение физическо-го вакуума с образованием материи и пространства-времени происходит на границе Вселенной, имеющей радиус r . В этом случае должно выполняться соотношение:

$$1,9535 \times \lambda \times c^2 / \gamma = m \times (4 \times (\pi/e) \times r^2 / \lambda^2) \times \exp(-1/\alpha) = \\ = \hbar \times \alpha \times 4 \times (\pi/e) \times r^2 / (c \times \lambda^3) \times \exp(-1/\alpha) = (2/e) \times \hbar \times \alpha \times r^2 / (c \times \lambda^3) \times \exp(-1/\alpha)$$

В верхней части этого соотношения считается, что увеличение радиуса Вселенной происходит со скоростью света «с». И понятно, почему так получается: пространственные и временные размеры элементарной ячейки согласованы так, что $\lambda = c \times \tau$. Поэтому другой скорости увеличения радиуса быть не может.

Если указанное соотношение рассматривать, как уравнение для определения λ , то из него получается

$$\lambda = 0,7834 \times \exp(-0,25/\alpha) \times (\alpha \times \hbar \times r^2 \times \gamma / c^3)^{1/4}$$

Откуда

$$\tau = \lambda / c = 0,7834 \times \exp(-0,25/\alpha) \times (\alpha \times \hbar \times r^2 \times \gamma / c^7)^{1/4}$$

$$m = \alpha \times \hbar / (c \times \lambda) = 0,20316 \times (\alpha \times \hbar)^{3/4} \times \exp(0,25/\alpha) \times (r^2 \times \gamma \times c)^{-1/4}$$

Т.е. получается, что величины λ , τ , m зависят не только от микропараметров α , $\hbar$, но и от макропараметров – гравитационной постоянной и расстояния r до ЦГФ. А скорость света «с» сопрягает эти две группы параметров.

Иначе говоря, нарушается космологический принцип. Но представляется, что в этом

нет ничего страшного. Как было сказано выше, в рамках рассматриваемой модели Вселенной нарушение космологического принципа вполне естественно, т.к. изначально в ней допускается анизотропия пространства, связанная с наличием ЦГФ.

Но возможно, некоторые законы физики в разных, удалённых друг от друга, частях Вселенной действительно различаются. Тогда перемещения между удалёнными областями будут невозможны или, по крайней мере, затруднительны не только по техническим, но и по принципиальным причинам – перемещаемые по каким-то пространственно-временным туннелям, которые так любят многочисленные фантасты, объекты попадут в другую физическую реальность и могут прекратить своё существование. Например, в очень удалённых точках Вселенной могут оказаться молекулы и образуемые ими вещества с другими свойствами, хотя бы потому, что определяемые τ фундаментальные ритмы будут другими (могу представить, сколько критики обрушится на мою голову после такого предположения!).

Для наглядности – земная аналогия: если жителя Чукотки переместить в Индию, а индуса – на Чукотку, то они в новых условиях долго не проживут: на первый взгляд эти люди внешне примерно одинаковы, но организмы у них – разные.

Может быть, в этом заключается один из вариантов решения парадокса Ферми – отсутствие видимых следов деятельности инопланетных цивилизаций. Хотя, в пределах нашей галактики или близких к нам галактик жизнь, похожая на нашу, вполне возможна.

Произведём численные оценки, подставляя известные значения физических величин в полученные соотношения для λ , τ , m .

На краю Вселенной при $r = R$:

$$\lambda = 3,10692 \times 10^{-20} \text{ м}; \quad \lambda_0 = \alpha \times \lambda = 2,2672 \times 10^{-22} \text{ м}$$

$$\tau = 1,0364 \times 10^{-28} \text{ с}; \quad m = 0,82621 \times 10^{-25} \text{ кг}$$

Таким образом, величина кванта пространства λ примерно в 30-90 тыс. раз меньше классических радиусов электрона и протона.

При $r = 0,266 \times R$, где примерно находится Млечный Путь (см. ниже):

$$\lambda^* = 1,6024 \times 10^{-20} \text{ м}; \quad \lambda_0^* = \alpha \times \lambda^* = 1,1693 \times 10^{-22} \text{ м};$$

$$\tau^* = 0,5345 \times 10^{-28} \text{ с}; \quad m^* = 1,602 \times 10^{-25} \text{ кг}$$

В дальнейшем параметры при r будут обозначаться с (*).

Обычно массу элементарных частиц измеряют в энергетических единицах: эВ, МэВ, ГэВ.

Величине массы $1,602 \times 10^{-25} \text{ кг}$ соответствует 90 ГэВ. Это – средняя масса *всех* пар элементарных частиц, образовавшихся в элементарной пространственно-временной ячейке.

В табл.1 указаны массы некоторых элементарных частиц.

Табл.1

Массы элементарных частиц

Наименование элементарной частицы	Масса, ГэВ
e^-, e^+	0,000511 (0,511 МэВ)
μ	0,10566
π^0 – мезон	0,134955
π^+, π^- – мезон	0,13957
K^0 – мезон	0,49777
K^+, K^- – мезон	0,493
Протон	0,938
Нейтрон	0,939
Λ^0	1,1156
Σ^0	1,3147
Ξ^0	1,347
Ω^-	1,6725
Тау-лептон	1,777
u-кварк	0,003
d-кварк	0,006
s-кварк	0,09 – 0,095
c-кварк	1,25 – 1,3
b-кварк	4,15 – 4,21
t-кварк	173 – 174
W^+, W^-	80,4
Z^0	91,187
Бозон Хиггса	125–126

В целом эти цифры по порядкам величин соответствуют полученным выше оценкам. Поэтому есть шанс, что эти оценки отражают физическую реальность.

И получается любопытная вещь: 90 ГэВ – это также энергия $\alpha \times \hbar/\tau$ фотона γ на выходе из пространственно-временной ячейки, когда происходит расслоение электрослабого взаимодействия на электромагнитное и слабое.

На фазе расслоения энергия нейтральных квантов этого поля – Z и γ – должны быть примерно одинаковыми. Что и происходит в действительности.

7. О расширении Вселенной

Представление о квантах пространства-времени позволяют по-другому интерпретировать известные физические эффекты, которые получили общее название «расширение Вселенной».

В рамках предложенной модели на границе Вселенной происходит образование новых порций материи и пространства-времени. Другими словами, Вселенная действительно расширяется, причём скорость этого расширения равна скорости света.

Но возникает другой вопрос: происходит ли изменение расстояний между уже образовавшимися материальными объектами, например, галактиками?

В физических наблюдениях расширение Вселенной проявляет себя в сдвигах спектров излучения удалённых объектов. Наличие сдвига сигнализирует о наличии скорости «v» удаления/сближения объектов.

Считается, что Вселенная расширяется в соответствии с законом Хаббла:

$$v = H \times L,$$

где $H = 2,169 \times 10^{-18} \text{ с}$ – постоянная Хаббла;

L – расстояние между наблюдателем и объектом (рис.5)

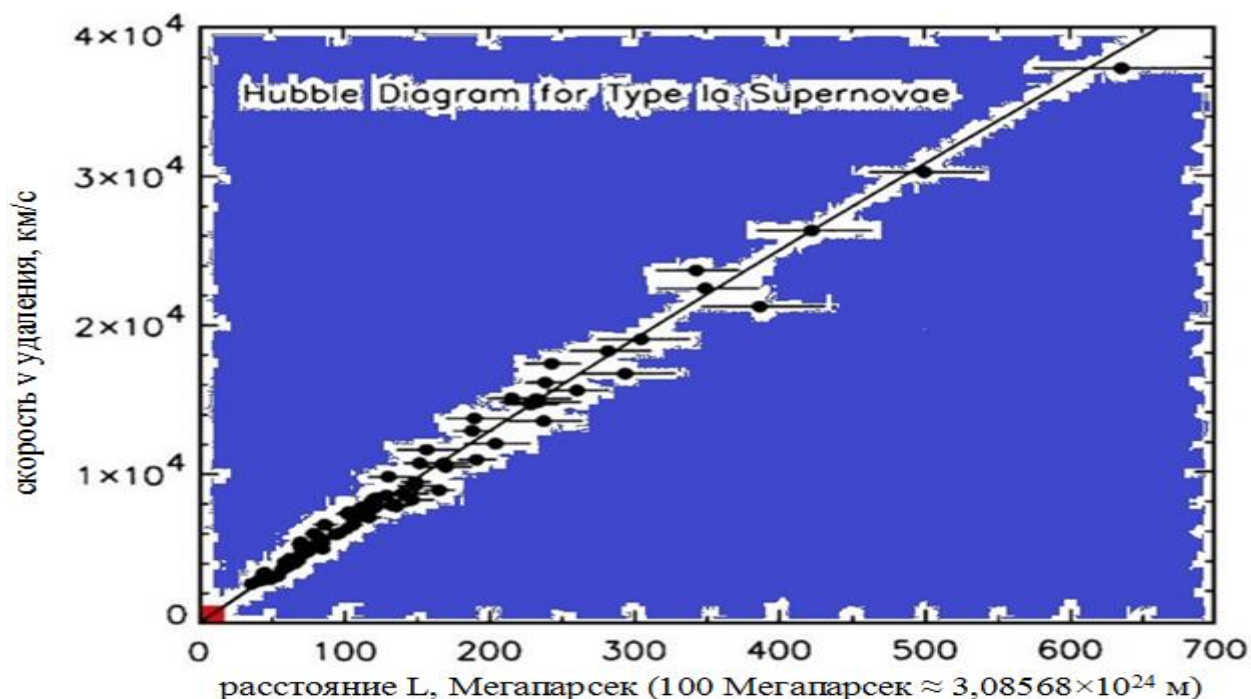


Рис.5. Диаграмма Хаббла для скорости увеличения расстояний между наблюдателем и космическими объектами

В рамках этой гипотезы также допускается, что скорости удаления объектов могут изменяться со временем. Тогда Вселенная будет или ускоренно расширяться, или ускоренно замедляться.

Но экспериментально наблюдаемые сдвиги спектральных линий могут быть объяснены по-другому в рамках рассматриваемой модели Вселенной. Они могут быть обу-

словлены различными значениями квантов пространства-времени в удалённых друг от друга областях Вселенной даже при отсутствии реальной скорости изменения расстояний между объектами.

С формальной точки зрения это следует из ранее полученных соотношений:

$$\tau = \lambda/c = 0,7834 \times \exp(-0,25/\alpha) \times (\alpha \times h \times r^2 \times \gamma / c^7)^{1/4}$$

$$f = 1/\tau = 1,2765 \times \exp(0,25/\alpha) \times \{r^2 \times \gamma \times h / c^7\}^{-1/4} = B \times r^{-1/2}$$

где

$$B = 1,2765 \times \exp(0,25/\alpha) \times \{\gamma \times h / c^7\}^{-1/4}$$

Для наглядности рассмотрим самый простой случай, когда объекты расположены на одном радиусе на расстоянии L друг от друга. Пусть наблюдатель находится на расстоянии r от ЦГФ.

Если кванты времени действительно существуют, то можно предположить, что частоты электромагнитного излучения привязаны к величинам этих квантов, как к естественным физическим масштабам. Тогда наблюдатель в точке r обнаружит, что частота f излучения, пришедшего из точки $r + L$, будет отличаться от ожидаемой им частоты f_0 :

$$f/f_0 = \{r/(r + L)\}^{1/2} = 1/(x + 1)^{1/2},$$

где $x = L/r$.

Наблюдатель, скорее всего, решит, что обнаруженное им отличие частот будет обусловлено эффектом Доплера из-за относительной скорости v источника и приёмника излучения.

И он может оценить эту скорость, пользуясь известной формулой специальной теории относительности:

$$f/f_0 = \{1 - (v/c)^2\}^{1/2} / (1 + v/c)$$

Откуда

$$v/c = \{1 - (f/f_0)^2\} / \{1 + (f/f_0)^2\}$$

Но эта скорость может быть кажущейся, обусловленной различием величин квантов времени в различных областях Вселенной. Тогда можно считать, что

$$v/c = \{1 - (f/f_0)^2\} / \{1 + (f/f_0)^2\} = x/(x + 2)$$

Кстати, из этого соотношения следует, что $v/c < 1$. Иначе говоря, наблюдатель может увидеть объекты, расположенные на расстояниях превышающих радиус Хаббла.

При малых « x »

$$v/c = x/2 = L/(2 \times r)$$

$$v = c \times L / (2 \times r)$$

Множитель $c/(2 \times r)$ по физическому смыслу должен соответствовать постоянной Хаббла «Н». И в рассматриваемой модельной Вселенной он зависит от расстояния r – расстояния наблюдателя от ЦГФ.

Т.е. получается, что постоянная Хаббла зависит от положения наблюдателя во Вселенной. Но эта зависимость – слабая: достаточно сказать, что размер нашей галактики – Млечного Пути – составляет лишь 5 миллионных долей размера Вселенной. Поэтому обнаружить изменения Н будет очень непросто.

Для наблюдателя в нашей галактики $H = 2,169 \times 10^{-18}$ с. Это значение соответствует радиусу r , определяемому из соотношения

$$r = c/(2 \times H) = 2,99792 \times 10^8 / (2 \times 2,169 \times 10^{-18}) = 0,691 \times 10^{26} \text{ м}$$

Т.е. Млечный Путь расположен примерно на четверти расстояния от ЦГФ до края модельной Вселенной, на половине радиуса Хаббла от ЦГФ. В этом месте «расширение» Вселенной будет наблюдаться со скоростью, соответствующей постоянной Хаббла.

Можно сказать по-другому: в ранней Вселенной (при малых радиусах) «постоянная» Хаббла была другая, она была больше.

В рамках рассматриваемой модели Вселенной, которой органически присуща анизотропия пространства (поскольку имеется выделенное направление на ЦГФ), следует ожидать слабой зависимости, по крайней мере, некоторых физических параметров от местоположения наблюдателя. Как было сказано выше, это проявляется как нарушение космологического принципа.

Итак, реального изменения расстояний между галактиками может и не быть. Но за счёт изменений λ и τ при переходе из одной точки в другую, могут меняться ритмы колебаний электромагнитного поля, приводящие к сдвигам спектральных линий. Наблюдателем это будет восприниматься, как изменение расстояния между источником и приёмником излучения, т.е. скорости изменения расстояния между объектами.

Более того, величина L имеет знак: положительный в направлении увеличения r и отрицательный в направлении на ЦГФ. Поэтому если наблюдатель смотрит в сторону центра глобальной флуктуации, он может увидеть не красное, а фиолетовое смещение спектра излучения. Такое фиолетовое смещение действительно наблюдается [3].

В рамках рассматриваемой модели Вселенной это совершенно понятно: если существует ЦГБ, то расширение может быть только от центра, а не на центр.

Но можно также отметить: т.к. в рассматриваемой модели Млечный Путь расположен на удалении примерно в четверть радиуса Вселенной, количество объектов, которые идентифицируются, как удаляющиеся, будет существенно превосходить количество «приближающихся» объектов.

Ещё одно замечание.

Красное смещение указывает, что часть энергии фотонов уменьшается, т.е. их энергия может куда-то исчезать. Поэтому в рамках гипотезы Большого взрыва логично ожидать нарушение закона сохранения энергии.

В рамках рассматриваемой гипотезы о Вселенной без Большого взрыва её расширение – кажущееся. Поэтому здесь энергия может продолжать сохраняться.

Теперь рассмотрим вопрос об ускоренном/замедленном расширении Вселенной. С учётом содержания последних абзацев, оно может быть тоже кажущимся.

Из представленного выше соотношения

$$v/c = x/(x + 2)$$

легко получить

$$\begin{aligned} a/c &= \{1/(x + 2) - x/(x + 2)^2\} \times dx/dt = \{2/(x + 2)^2\} \times v/r = \\ &= \{2 \times x/(x + 2)^3\} \times c/r \end{aligned}$$

При малых «х»:

$$a/c = (x/4) \times c/r = L \times c/(2 \times r)^2$$

$$a = \{c/(2 \times r)\}^2 \times L = H^2 \times L$$

Таким образом, в точке наблюдения спектры излучений *большинства* удалённых объектов сдвинуты так, как будто происходит *ускоренное* расширение Вселенной. И должна наблюдаться закономерность, аналогичная эффекту Хаббла, но для величины ускорения – пропорциональность «а» расстоянию L между объектами. Причём коэффициент пропорциональности H^2 зависит от величины r. Для нашей галактики он равен $4,705 \times 10^{-36} \text{ с}^{-2}$.

Другими словами, эффект ускоренного расширения Вселенной может быть объяснён без «тёмной» материи.

Теперь оценим максимальную величину параметра z кажущегося красного смещения:

$$z = (\lambda - \lambda_0)/\lambda_0 = (f/f_0)^{-1} - 1 = (x + 1)^{1/2} - 1$$

Максимальное значение x равно

$$x = (R + r)/r = R/r + 1$$

Тогда

$$z = (R/r + 2)^{1/2} - 1$$

При $R = 2,5973 \times 10^{26} \text{ м}$, $r = 0,691 \times 10^{26} \text{ м}$ максимальное значение x оказывается равным 4,7588, а максимальная величина $z = 1,18$.

Между тем, по данным астрономических наблюдений максимальные наблюдаемые значения z составляют 8-9. Конечно, можно попытаться эту разницу списать на дей-

ствительные, а не кажущиеся, относительные скорости галактик, на гравитационное красное смещение, на приближённый характер проводимых оценок, а также на возможные погрешности определения расстояний до очень удалённых галактик. Но уж очень велика эта разность.

Возможно, что большие значения z обусловлены тем, что радиус R Вселенной больше определённого ранее значения. Действительно, в разделе 4 он был определён в предположении, что плотность ρ_c включает плотность «тёмной» энергии, составляющей около 73% общей плотности. Но если эффект ускоренного расширения Вселенной может быть объяснён без помощи «тёмной» энергии, то общая плотность материи составит только 27% от ρ_c . Поэтому величина радиуса R Вселенной увеличится в $(0,27)^{-1/2} = 1,924$ раза и составит примерно 5×10^{26} м.

Этому значению R будут соответствовать представленные в табл.2 значения основных физических параметров. В этом случае $z = 1,87$.

Табл. 2.

Физические параметры базового и модифицированного вариантов

Наименование физического параметра и его обозначение	Базовый вариант ($\rho = \rho_c$)	Вариант без «тёмной» энергии ($\rho = 0,27 \times \rho_c$)	
		Относительное изменение по сравнению с базовым вариантом	Величина физического параметра
Радиус Вселенной, R	$2,5973 \times 10^{26}$ м	1,924	5×10^{26} м
Время существования Вселенной, T	27,456 млрд. лет	1,924	52,825 млрд. лет
Масса Вселенной, M	$6,8328 \times 10^{53}$ кг	1,924	$13,14 \times 10^{53}$ кг
Средняя плотность материи, ρ	$9,31 \times 10^{-26}$ кг/м ³	0,27	$2,514 \times 10^{-26}$ кг/м ³
Величина кванта λ пространства при $r = R$	$3,10692 \times 10^{-20}$ м	1,387	$4,31 \times 10^{-20}$ м
Величина кванта τ времени при $r = R$	$1,0364 \times 10^{-28}$ с	1,387	$1,437 \times 10^{-28}$ с
Средняя масса всех элементарных частиц, образовавших в пространственно-временной ячейке при $r = R$, m	$0,82621 \times 10^{-25}$ кг	0,721	$0,5957 \times 10^{-25}$ кг

Но к анализу процесса расширения модельной Вселенной можно подойти и с другой стороны.

Предположим, что материя, образованная вблизи границы Вселенной, имеет скорость $\beta \times c$ ($\beta < 1$), которая направлена по радиусу от ЦГФ, и которая обусловлена разрушением физического вакуума. Следует отметить, что эта скорость – скорость в образованном пространстве.

Под действием гравитационных сил от материи Вселенной эта скорость постепенно замедляется до нуля. Для оценки величины расстояния R_1 , на котором это произойдёт, нужно решить дифференциальное уравнение:

$$dv/\{1 - (v/c)^2\}^{1/2} = \gamma \times M(t) \times dt/R^2(t)$$

или

$$v \times dv/\{1 - (v/c)^2\}^{1/2} = \gamma \times M(R) \times dR/R^2$$

Вспомним (раздел 4), что

$$M = 1,9535 \times R \times c^2/\gamma = \xi \times R$$

Тогда

$$v \times dv/\{1 - (v/c)^2\}^{1/2} = \gamma \times \xi \times dR/R$$

Откуда, учитывая начальное условие $v = \beta \times c$ при $R_1 = R$, можно получить

$$R_1/R = \exp\{(\beta \times c)^2/(\gamma \times \xi)\} = \exp(\beta^2/1,9535) = \exp(0,5119 \times \beta^2)$$

При $\beta = 1$: $R_1/R = 1,6684$. При $\beta = 0,9$: $R_1/R = 1,514$.

Таким образом, получается интересный результат: материя, образовавшаяся в результате разрушения физического вакуума, может удалиться от места её образования примерно на радиус Хаббла, и это движение может осуществляться в течение 10-15 миллиардов лет. За это время из новой материи успеют образоваться новые галактики.

Это наполняет постоянную и радиус Хаббла дополнительным физическим смыслом.

И поскольку начальные скорости движения новых галактик могут быть близки к скорости света, то в спектрах их излучений можно ожидать больших красных смещений (рис. 6).

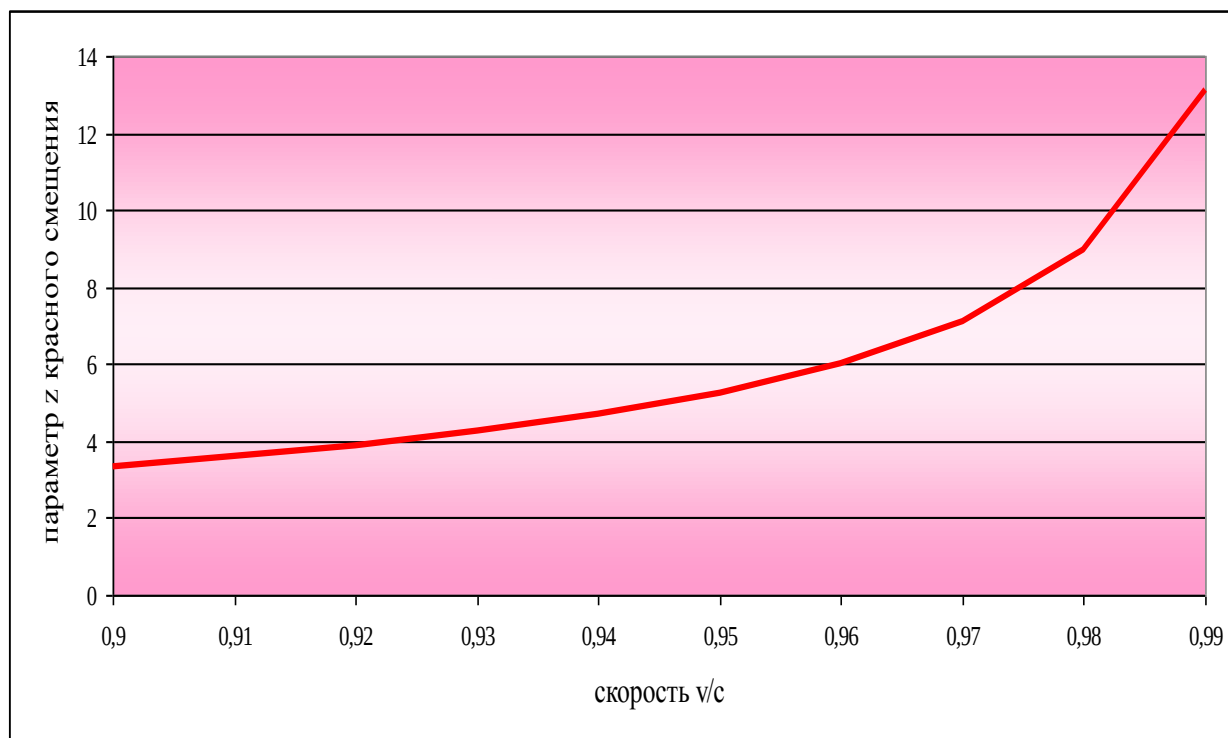


Рис. 6. Зависимость параметра z красного смещения от скорости удаления объектов

И последнее, для ясности: в предложенной модели Вселенной галактики, имеющие большое красное смещение, – это объекты не ранней, а более поздней Вселенной.

Таким образом, в предлагаемой модели Вселенной эффекты её расширения могут быть 2-х типов:

- кажущееся расширение, воспринимаемое как ускоренное для большинства наблюдаемых объектов;
- реальное расширение (увеличение радиуса Вселенной), которое может восприниматься, как замедленное.

8. О микроволновом фоновом излучении Вселенной

Образовавшиеся из разрушающегося физического вакуума прото-частицы, формируя пространственно-временные ячейки и распространяясь в создаваемым ими пространстве-времени, испытают ряд трансформаций, превращаясь в обычные частицы. И поскольку это облако частиц несёт в себе электрический заряд, то должно возникнуть некое фоновое электромагнитное излучение, которое является своеобразным следом образующейся материи, побочным продуктом этого процесса.

Попробуем оценить свойства этого излучения. Оказывается, что это несложно сделать, опираясь на гипотезу о существовании квантов пространства-времени.

Наверное, фоновое излучение в основном формируют электроны и позитроны. Поэтому для оценок логично использовать характеристики этих частиц.

В классической физике используется так называемый радиус r_e электрона

$$r_e = e^2 / (4 \times \pi \times \epsilon_0 \times m \times c^2)$$

Определим величину флуктуации энергии в пространственной ячейке размером r_e . Именно за счёт таких флуктуаций возникают пары электронов и позитронов, а также внешнее для них электромагнитное поле, которое и в соответствие с рассматриваемой моделью определяет общий электромагнитный фон Вселенной.

$$\hbar \times c / r_e = m_e \times c^2 \times \hbar \times c / \{e^2 / (4 \times \pi \times \epsilon_0)\} = m_e \times c^2 / \alpha$$

Откуда для пары частиц

$$2 \times m_e \times c^2 = 2 \times \alpha \times (\hbar \times c / r_e)$$

Но 3/5 общей энергии заряженных частиц составляет их собственная электромагнитная энергия. Поэтому внешняя электромагнитная энергия пары частиц будет равна

$$(2/5) \times (2 \times m_e \times c^2) = (4/5) \times \alpha \times (\hbar \times c / r_e)$$

Разделив эту энергию на объём ($\pi \times \lambda^3 / 6$) элементарной пространственной ячейки, получим следующую оценку для плотности энергии «u» фонового электромагнитного поля:

$$u = \{24 / (5 \times \pi)\} \times p \times \alpha \times \hbar \times c / (\lambda^3 \times r_e)$$

В этом соотношении появился уже знакомый по разделу 5 множитель «p», определяющий величину вероятности выхода заряженных частиц из элементарной ячейки. Естественно, чем больше эта вероятность, тем больше плотность энергии фонового излучения.

Следует специально отметить: пока ничего не говорится о распределении этой электромагнитной энергии по частотам, о количестве фотонов, которых в результате многочисленных рассеяний может образоваться очень много. И пока они выберутся из пространственно-временной ячейки, их средняя энергия станет весьма малой. Сейчас

речь идёт только об общей плотности энергии электромагнитного поля, генерируемого в элементарной ячейке.

Пока всё довольно просто. Но следующий ход будет не очень очевидным.

Он заключается в предположении, что находящийся на радиусе r , где расположен Млечный Путь, наблюдатель воспринимает плотность излучения, которая определяется соотношением

$$u^* = \{24/(5 \times \pi)\} \times \rho \times \alpha \times \hbar \times c / (\lambda^{*3} \times r_e)$$

Отличие u^* от u состоит в том, что в последнем выражении вместо значения λ , соответствующего точке образования фонового излучения, используется значение λ^* , соответствующее точке наблюдения.

Почему такое происходит?

Потому, что излучение, распространяясь от источника до наблюдателя, последовательно проходит через области Вселенной с различными величинами квантов пространства. Оно как бы непрерывно адаптируется к изменяющимся условиям, изменяя свою плотность, и в итоге поступает в приёмник.

Для большей наглядности можно привести такую аналогию.

Пусть имеются трубопровод или шланг с переменным поперечным сечением, по которому течёт газ. Причём, скорость газа в каждом поперечном сечении – одинакова (это аналог постоянства скорости распространения электромагнитного излучения).

Тогда в более узких сечениях трубопровода плотность газа будет возрастать, а в более широких – уменьшаться. А в конечной точке, на приёмнике, плотность будет определяться величиной конечного поперечного сечения трубопровода.

Что-то похожее происходит и с плотностью фонового излучения при его движении от источника до приёмника. Можно сказать и по-другому: в процессе распространения каждая порция излучения локализуется в одинаковом, неизменном количестве квантов пространства, которые в разных областях имеют разные размеры.

Поэтому, имея первичную плотность u , излучение поступает в приёмник с плотностью u^* , и эта плотность будет одинаковой для всех источников. Т.е. на приёмнике фоновое излучение будет изотропным.

Таким образом, получается, что в некоторых электромагнитных явлениях кванты пространства могут явно не проявляться.

Если теперь подставить численные значения параметров в последнее выражение, то можно получить следующую оценку: при $\lambda^* = 1,6024 \times 10^{-20}$ м $u^* = 3,425 \times 10^{-14}$ Дж/м³.

Для некоторых последующих оценок выражение для u^* целесообразно также записать по-другому.

Т.к. $r_e/\lambda^* = 1,75857 \times 10^5$, а $\alpha^{-2} = 1,8778 \times 10^4$, то $r_e/\lambda^* \approx (28/3) \times \alpha^2$. Тогда

$$u^* \approx \{18/(35 \times \pi)\} \times p \times \alpha^3 \times \hbar \times c$$

или ещё более приближённо

$$u^* \approx p \times \alpha^3 \times \hbar \times c / (2 \times \pi)$$

т.е. u^* имеет 3-й порядок по α .

Далее возникает вопрос о регистрируемой плотности излучения U^* .

Генерируемая при разрушении физического вакуума электромагнитная энергия, практически мгновенно уходит из ячейки. И в каждый элемент объёма приемника излучения приходят фотоны, образовавшиеся в других частях Вселенной. Они и образуют регистрируемую плотность U^* фонового излучения в точке наблюдения, величина которой может отличаться от « u^* » (рис. 7).

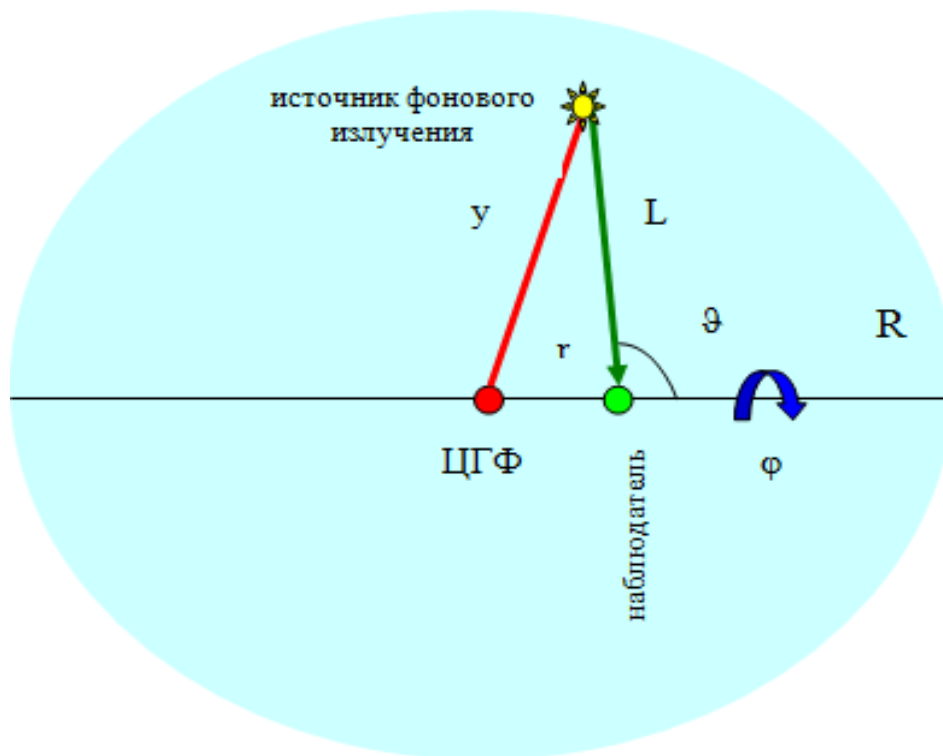


Рис. 7. Схема определения величины U^* регистрируемой плотности фонового излучения

Для того, подсчитать энергию всех пришедших фотонов, нужно вычислить несложный интеграл.

Введём обозначения:

y – расстояние от ЦГФ до источника фонового излучения;

L – расстояние от источника фонового излучения до наблюдателя;

ϑ – угол между направления радиуса, на котором расположен наблюдатель, и направлением на источник фонового излучения;
 φ – азимутальный угол.

Расстояния y , L и R связаны соотношением $y + L = R$, которое показывает, что сумма времён распространения флуктуации от ЦГФ до области, где будет образован источник, и распространения образующего фонового излучения до наблюдателя должна быть равна времени распространения флуктуации до границы Вселенной. Только в этом случае наблюдатель сможет зафиксировать излучения из некоторой точки. В последующие моменты источник излучения будет локализован в другой точке.

С учётом этого соотношения получается

$$L(\vartheta) = (1 - r^2) / \{ 2 \times (1 + r \times \cos \vartheta) \}$$

$$y(\vartheta) = R - L(\vartheta)$$

Тогда фиксируемая наблюдателем плотность мощности (Вт/м^2) в единице телесного угла будет равна:

$$J(\theta) = u^*[y(\theta)] \times c / (4 \times \pi)$$

Величина U регистрируемой шаровым приемником плотности энергии фонового излучения определяется интегралом:

$$U^* = (1/2) \times \int_0^\pi \sin(\theta) \times u^*[y(\theta)] \times d\theta$$

С учётом того, что $u^*[y(\theta)] = \text{const} = 3,425 \times 10^{-14} \text{ Дж/м}^3$, получается совсем простой результат: $U^* = u^* = 3,425 \times 10^{-14} \text{ Дж/м}^3$.

Теперь возникает естественный вопрос: наблюдается ли излучение с похожими характеристиками по однородности и плотностью энергии порядка $(3-4) \times 10^{-14} \text{ Дж/м}^3$?

Ответ: действительно наблюдается. Оно называется реликтовым и имеет плотность энергии $4 \times 10^{-14} \text{ Дж/м}^3$. Это космическое микроволновое фоновое излучение, которое равномерно заполняет Вселенную, обладая высокой степенью изотропии и спектром, характерным для абсолютно чёрного тела с температурой $2,72548 \pm 0,00057 \text{ К}$ [4-7]. В модели Большого взрыва считается, что реликтовое излучение возникло в эпоху первичной рекомбинации водорода.

Скорее всего, это то, что нужно: некоторые отличия зарегистрированной плотности энергии от её вычисленной величины смущать не должны, учитывая оценочный характер проведённых выше расчётов.

В этой связи можно вспомнить: первоначально температура реликтового излучения оценивалась в 5 К , а впоследствии она была измерена в $2,73 \text{ К}$. Учитывая, что плотность энергии теплового излучения $\sim T^4$, опытные данные более, чем в 11 раз занизили первичную оценку.

В настоящее время составлены карты фонового излучения (рис. 8).

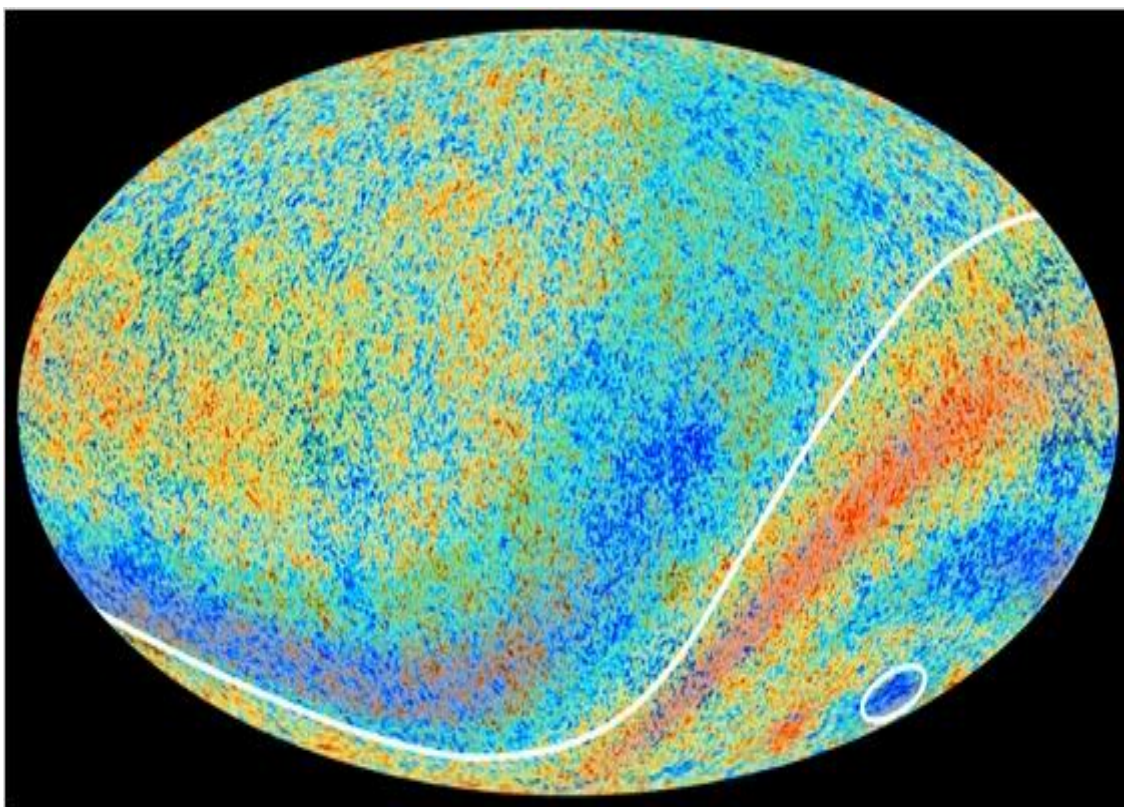


Рис.8. Карта фонового (реликтового) излучения

И оказалось, что на этих картах имеются любопытные детали, которые могут противоречить гипотезе Большого взрыва.

Например, в 2004 г. было обнаружено загадочное «холодное пятно» в микроволновом «эхе» Большого взрыва (на рис. 8 оно обведено белым эллипсом). Размеры пятна превосходят допустимые теорией.

Над природой этого пятна учёные гадают до сих пор. Сначала они думали, что имеют дело с дефектом приборов или какой-то статистической ошибкой, однако следующий подобный аппарат – европейский телескоп «Планк» – подтвердил существование пятна.

В настоящее время считается, что пятно возникло из-за существования гигантской космической «пустыни» протяжённостью в 1,8 млрд. световых лет в длину и несколько десятков миллиардов световых лет в толщину, где почти нет галактик и звёзд. Ближайшая к нам граница «пустыни» находится в 3-х млрд. световых лет от Земли.

Предполагается, что в «пустыне» микроволновый фон Вселенной особым образом тормозится и «растягивается» под действием «тёмной» энергии, заставляющей Вселенную расширяться с ускорением. Благодаря этому отголоски рождения Вселенной, пролетающие через эту «пустыню» на пути к Земле, будут казаться телескопам более «синими» и «холодными», чем те пучки реликтового излучения, которые были ускорены крупными скоплениями галактик.

Как признают сами астрофизики, существование гигантской космической «пустыни» в этой части созвездия Эридана, по всей видимости, не является случайностью, и её появление как-то связано с процессами, которые тоже участвовали в зарождении «холодного пятна».

Другая аномалия, которую обнаружил «Планк» – глобальная «перекошенность», неравномерность в распределении флуктуаций. На одной половине карты микроволнового диапазона почему-то оказалось больше относительно «холодных» пятнышек, чем на другой.

Учёные говорят, что это может указывать на неравномерное распределение материи в масштабах всей Вселенной, и это ставит под вопрос существующую гипотезу инфляции – сверхбыстрого расширения Вселенной в первые моменты после Большого взрыва, поскольку эта теория предполагает, что Вселенная расширялась равномерно.

Некоторые очень смелые теоретики предполагают, что асимметрия обусловлена соседствующей Вселенной, о которую «ударилась» наша во время быстрого расширения. Впрочем, учёные пока не знают даже как проверить это предположение.

Таким образом, результаты измерения фонового излучения показали, что Вселенная не настолько изотропна на больших масштабах, как ожидалось. Уже первые исследования реликтового микроволнового фона с помощью космических телескопов выявили серьёзные доказательства того, что северное и южное полушария неба выглядят не совсем так, как того требует теория изотропной Вселенной. Были обнаружены аномальные «прохладные места» в распределении этого фона – аномальные с точки зрения не только температуры, но и формы, а также общих размеров.

Другими словами, несмотря на успехи гипотезы Большого взрыва, вытекающей из космологического принципа, имеются наблюдательные факты, находящиеся в противоречии с космологическим принципом, а значит, и основанной на нём гипотезой. Главный из них – наличие так называемой «оси зла», обнаруженной в 2006 г. – слабой необъяснённой анизотропии реликтового излучения.

В рассматриваемой в настоящей статье гипотетической модельной Вселенной фоновое излучение – это не результат остывания первичного излучения, а побочный продукт продолжающего процесса создания материи в ячейках физического вакуума. И наличие «оси зла» в этой модели – не парадоксально, а совершенно естественно: оно определяет выделенное направление на ЦГФ.

Можно усилить сказанное в предыдущем абзаце. Поскольку в рамках предложенной модели Вселенной пространство-время связывается с электромагнитным полем, то традиционное микроволновое реликтовое излучение (которое в предлагаемой модели Вселенной является совсем не реликтовым) можно считать именно тем, что формирует пространство-время. И его неоднородности – это неоднородности пространства-времени. Совсем коротко: пространство-время воспринимаются через реликтовое излучение. А его высокая локальная однородность является физическим основанием однородности и изотропии физического пространства, лежащим в основе теории относительности.

9. О чёрных дырах с чёрным юмором

Понимаю: что будет написано в этом разделе, почти наверняка вызовет яростную критику со стороны многочисленных специалистов. Поэтому упреждающая просьба к ним – не принимать всё близко к сердцу и отнестись к изложенному ниже с юмором.

Хотя юмор получится несколько специфическим, и не всем понравится.

Не буду подробно распространяться о чёрных дырах, этих космологических объектов, которые сначала были открыты «на кончике пера», а потом их следы стали обнаруживаться в разных галактиках. Это – своеобразные пылесосы, засасывающие материю в какую-то бездну, о которой сегодня мало что известно (рис. 9).



Рис. 9. Сверхмассивная чёрная дыра

Далее будем рассматривать только большие чёрные дыры в ядрах галактик (говорят, что могут быть и микро– чёрные дыры). В настоящее время считается, что внутри каждой галактики присутствует один или несколько таких объектов.

Нужно отметить, что среди учёных до сих пор нет единого мнения по вопросу образования таких чёрных дыр: одни считают, что они образовались после образования галактик, а другие – до их возникновения.

Есть ещё один вариант – чёрные дыры образовались синхронно с образованием галактик. На мой взгляд, этот вариант – наиболее правильный. Тем более, что он согласуется с гипотезой о возникновении Вселенной в результате разрушения физического вакуума.

В соответствии с этой гипотезой, материя – продукт разрушения физического вакуума. Можно сказать – это кровоточащие раны на его «теле». Но образовавшись, эти раны начинают затягиваться, зарубцовываться, часть материи возвращается в физический вакуум через его открытые язвы, которые ассоциируются с чёрными дырами.

Как можно отнестись к тому, о чём только что сказано? Наверно, нужно не только произнести какие-то слова, но и попытаться что-то количественно оценить.

Например, определить величину отношения массы M чёрной дыры в галактике (точнее – суммы масс всех чёрных дыр в галактике) к её общей массе M_{Σ} . Этот интегральный параметр – один из ключевых в космологических исследованиях.

Сделать это точно будут весьма затруднительно. Значительно проще – привести результаты некоторых оценочных соотношений.

Но сначала вспомним, о чём говорилось в предыдущих разделах.

По гипотезе Большого взрыва, материя проходит через несколько фаз превращений. Сначала присутствует электрослабая фаза, когда электромагнитные и слабые взаимодействия замешаны в единое целое. Затем появляются кварки, потом адроны (барионы, мезоны и их античастицы) и, наконец, в результате процессов их взаимодействия – лептоны (электрон, мюон, тау-лептон, нейтрино + соответствующие античастицы).

Такую же схему преобразования видов материи можно принять и в рассматриваемой гипотезе. С поправкой: в начальной фазе могут быть объединены не только электромагнитное и слабое, но и другие типы взаимодействий. И эта фаза присутствует в первичной микро- ячейке физического вакуума.

В результате турбулентности и флуктуаций энергии этого прото-вещества происходит разрушение физического вакуума, появляются кварки, кванты слабого взаимодействия, высокоэнергетические фотоны, бозоны (типа бозона Хиггса) и нечто другое, что мы пока не знаем. И появляется новые кванты пространства-времени – Вселенная расширяется!

В соответствие с рассматриваемой гипотезой возникновения и эволюции Вселенной, величина этих флуктуаций определяется параметром α – постоянной тонкой структуры.

Последующие преобразования материи также можно рассматривать, как флуктуации предшествующих стадий, т.е. как флуктуации более высоких порядков (уровней развития материи). Сначала в результате флуктуации первичных кварков появляются адроны, а затем из-за флуктуаций адронной среды – лептоны.

Из предыдущего раздела следует, что возникновение лептонов может рассматриваться, как флуктуации порядка α^3 – они определяют плотность энергии фонового электромагнитного излучения.

Таким образом, получается следующее: 2-я фаза превращения материи формируется в результате флуктуаций порядка α , 4-я – в результате флуктуаций порядка α^3 .

Вопрос: каков порядок флуктуаций, приводящих к образованию 3-й фазы, т.е. к появлению адронов?

Логично предположить, что он равен α^2 . В рамках рассматриваемой гипотезы это наиболее естественно.

В табл. 3 элементарные частицы сгруппированы по их известным массам в порядке их убывания. В третьем столбце представлены относительные массы части по отношению к массе бозона Хиггса.

Видно, что имеется 3 группы элементарных частиц, разделённых α -интервалами. При этом 2-я группа состоит из 2-х подгрупп: более лёгкую подгруппу образуют мезоны.

Табл. 3

 α -диапазоны масс элементарных частиц

Наименование элементарной частицы	Масса m, ГэВ	m/m _H	α -диапазон относительных масс
.....	~ 300-360	~ 2,4-2,9	
t-кварк	173 – 174	1,3824	
H – бозон Хиггса	125 – 126	1	
Z ⁰	91,187	0,727	(0,64 – 1,38)× α^0
W ⁺ , W ⁻	80,4	0,6406	
b-кварк	4,15 – 4,21	0,03331	
τ -лептон	1,777	0,01416	
c-кварк	1,25 – 1,3	0,01	
Ω^-	1,6725	0,01332	
Ξ^0	1,347	0,01073	(1,024 – 4,564)× α^1
Σ^0	1,3147	0,010475	
Λ^0	1,1156	0,008889	
N	0,939	0,007482	
P	0,938	0,007474	
K ⁰	0,49777	0,003966	
K ⁺ , K ⁻	0,493	0,003928	
π^+ , π^-	0,13957	0,001112	0,1×(1,01 – 5,434)× α^1
π^0	0,134955	0,001075	
μ	0,10566	0,0008419	
s-кварк	0,09 – 0,095	0,000737	
d-кварк	0,006	0,00004781	
u-кварк	0,003	0,0000239	(0,07646 – 0,8978)× α^2
e ⁻ , e ⁺	0,000511	0,00000407	

Следует отметить, что если рассматривать ещё и проточастицы физического вакуума, то тогда порядок группы в табл. 3 должен увеличиться на 1 по схеме: $\alpha^0 \rightarrow \alpha^1$, $\alpha^1 \rightarrow \alpha^2$, $\alpha^2 \rightarrow \alpha^3$. Т.е. для адронов получается α^2 – группа.

Почему в контексте возникновения чёрных дыр важны именно адроны? Потому, что в основном за счёт адронов формируются массы чёрных дыр: кварки несамостоятельны (связаны), лептоны – слишком легки. Остаются адроны.

Можно предложить следующую модель возникновения сверхмассивной чёрной дыры.

В результате флуктуаций энергии первичной материи в физическом вакууме (флуктуаций порядка α) происходит выброс первичных прото-частиц и образование пространства-времени.

В рассматриваемой модели предполагается, что эти частицы распределены по энергии в соответствии с законом Больцмана. Тогда, если для удобства отсчитывать энергию E от уровня E_0 – верхней границы потенциальной ямы, масса dM частиц, имеющих энергию в диапазоне $E \dots E+dE$, будет равна

$$dM = \{M_{\Sigma}/(\alpha \times E_0)\} \times \exp[-E/(\alpha \times E_0)] \times dE,$$

где $\alpha \times E_0$ – величина флуктуаций 1-го порядка;

M_{Σ} – общая масса всех частиц, преодолевших потенциальный барьер E_0 ; если рассматривать галактику, то M_{Σ} – масса галактики.

Если ввести в рассмотрение безразмерную величину $x = E/(\alpha \times E_0)$, то можно также записать

$$dM = M_{\Sigma} \times e^{-x} \times dx$$

При интегрировании по « x » от 0 до ∞ (т.е. по всем уровням энергии E), естественно получается M_{Σ} .

Но распределение Больцмана не точно: оно не учитывает квантовые флуктуации порядков α^2 и α^3 , из-за которых энергия E частиц может стать ниже 0, т.е. эти частицы могут возвратиться в потенциальную яму физического вакуума. Но при этом они уже успели получить свойство массы! Поэтому то, что образовалось в результате возвращения таких частиц в потенциальную яму, тоже приобретает соответствующую массу. Это и есть массивная чёрная дыра, образующая в основном за счёт флуктуаций адронной среды.

Предполагая, что эти флуктуации энергии порядка α^2 описываются нормальным законом распределения, для относительной массы M/M_{Σ} чёрной дыры можно получить следующее выражение:

$$M/M_{\Sigma} = (2 \times \pi)^{-1/2} \times \int_0^{\infty} e^{-x} \times dx \times \int_{-\infty}^0 \exp\{-(y - x/\alpha)^2/2\} \times dy =$$

$$= (2 \times \pi)^{-1/2} \times \int_0^{\infty} e^{-x} dx \times \int_{-\infty}^{-x/\alpha} \exp(-t^2/2) dt$$

В нём первый множитель определяет вероятность частицы иметь энергию в диапазоне $E \dots E+dE$, а второй – вероятность получить в результате флуктуации 2-го рода величину энергии, меньшую 0. Или, если отсчитывать энергию от дна потенциальной ямы, меньше E_0 .

Во 2-м интеграле величина $(-\alpha^{-1})$ для простоты заменена на $-\infty$. Кроме этого, на всякий случай обращаю внимание: для флуктуаций порядка α^2 должно быть записано x/α , а не x/α^2 , т.к.

$$x/\alpha = E/(\alpha^2 \times E_0)$$

Величины этих интегралов достаточно просто могут быть определены численными методами. Получаем:

$$M/M_{\Sigma} = 0,0029 = 2,9 \times 10^{-3}$$

Таким образом, масса **M** чёрной дыры в галактике (точнее – суммарная масса всех чёрных дыр в галактике) может составлять десятые доли процента от её общей массы M_{Σ} , что по порядку величины находится в соответствие с оценкой 10^{-3} [8].

Если под M_{Σ} понимать только массу видимой барионной материи (т.е. без тёмной материи), то для M/M_{Σ} тоже получается величина порядка 10^{-3} .

Но это – только в среднем, поскольку возможны столкновения галактик и перераспределение вещества между ними. И, конечно, нужно сделать поправку на оценочный характер проведённых расчётов.

Поэтому, как правило, в каждой галактике и скоплениях галактик должна существовать, по крайней мере, одна чёрная дыра, в которую сваливаются частицы с низкой энергией: есть материя, то обязательно будут её квантовые флуктуации – поэтому будет существовать чёрные дыры (рис.10).



Рис. 10. Сверхмассивные чёрные дыры в галактиках

Исключением могут быть галактики, образовавшиеся в результате столкновений с другими галактиками.

Ну, о чёрных дырах что-то сказано. А в чём здесь чёрный юмор, спросите вы?

Чёрный юмор заключается в том, что наблюдаемая Вселенная, галактики, звёзды, планеты, красота всей природы, мы с вами – это последствия образования ран в физическом вакууме. В них-то мы как раз и процветаем.

Мы подобны микробам, присутствующих в этих язвах (для эстетов можно употребить другое сравнение – «родимые пятна»). Поэтому говорить о человеке, созданном по образцу и подобию Бога, получается как-то неловко.

10. О гипотетических элементарных частицах

Есть популярный советский художественный фильм про физиков, где герои с юмором обсуждают социалистические обязательства научного коллектива, в которых запланировано открытие новой элементарной частицы к окончанию квартала.

Насчёт элементарных частиц, о которых ниже пойдёт речь, такого не скажешь. Вряд ли они будут зарегистрированы не только к окончанию 2017 г., но к окончанию 21-го века. Дело в том, что эти частицы могут быть ответственны за гравитацию. Т.е. речь пойдёт о подступах к квантовой теории гравитации.

Но как сказано в другом известном художественном фильме: «А не пора ли, друзья мои, нам замахнуться на Вильяма, понимаете, нашего Шекспира?»

Сначала о сверхтяжёлых элементарных частицах.

Посмотрите ещё раз на табл. 3 из предыдущего раздела. Такое впечатление, что верхняя часть таблицы не завершена.

Похоже, в ней не хватает частицы с массой примерно 300-360 ГэВ, т.е. $5-6,5 \times 10^{-25}$ кг. Тогда верхняя граница значений массы в первой верхней группе станет в 4,5 раза больше нижней границы, как в 2-х соседних группах.

Масса такой частицы может быть примерно в 2,5-3 больше массы бозона Хиггса. Может быть, это старший брат бозона Хиггса. А может, это след пока не уловимой «темной» материи, одна из частиц этой субстанции, определяющей гравитацию в масштабе галактик?

И возможно, что подобные тяжёлые частицы образуются в молодой Вселенной, на ранних стадиях её развития.

Теперь о сверхлёгких частицах.

Оценим величину энергии ($-\varepsilon_g$) образованной в элементарной пространственно-временной ячейке массы m в гравитационном поле такой же массы m , расположенной в соседнем кванте пространства, т.е. на удалении λ :

$$\varepsilon_g = (1/2) \times \gamma \times m^2 / \lambda = (1/2) \times \gamma \times (\alpha \times \hbar / c)^2 / \lambda^3$$

При $r = 0,266 \times R$ (Млечный Путь) получается $\varepsilon_g = 5,3444 \times 10^{-41}$ Дж.

Энергии ($-\varepsilon_g$) соответствует масса $m_g = \varepsilon_g / c^2 = 5,946 \times 10^{-38}$ кг. В энергетических единицах $m_g = 3,33 \times 10^{-22}$ эВ.

Энергия ($-\varepsilon_g$) – это своеобразный квант гравитационного взаимодействия, который естественным образом возникает из-за квантования пространства. Точнее – это *верхняя оценка* величины кванта гравитационного взаимодействия.

Несколько самонадеянно можно сказать, что m_g – след того самого гравитона, хотя оценённая величина m_g оказалась примерно в 2,5 раза больше существующей в настоящее время верхней оценки массы этой неуловимой частицы – $1,2 \times 10^{-22}$ эВ [9]. Впрочем, для подобных приближённых оценок рассогласование в 2,5 раза представляется вполне допустимым.

Но оценим радиус действия сил, квантом которого может быть элементарная частица массой m_g . Такая оценка производится из известных простых соображений.

Кванты, которыми обмениваются некие частицы при взаимодействии – виртуальные. Это означает, что они испускаются, нарушая закон сохранения энергии. Чтобы испустить квант массой m_g , исходная частица должна откуда-то получить энергию, не меньшую $m_g \times c^2$.

В классической физике закон сохранения энергии нарушать нельзя, но квантовая физика это позволяет сделать, если величина $\Delta\varepsilon$ такого нарушения не будет превышать $\Delta t = \hbar/\Delta\varepsilon = \hbar/(m_g \times c^2)$. Это – принцип неопределённости Гейзенберга.

Кстати, это может рассматриваться, как одно из проявлений физического вакуума.

За время Δt квант массой m_g сможет удалиться на расстояние, не большее, чем $c \times \Delta t = \hbar/(m_g \times c)$. Это и есть верхняя оценка для величины радиуса действия сил, переносчиком которых является квант массой m_g .

$\hbar/(m_g \times c)$ – это так называемая комптоновская длина волны частицы с массой m_g . Такое название используется потому, что подобная величина применялась при анализе эффекта Комптона – рассеяния света на свободных электронах. Но, как и у постоянной тонкой структуры α , область применения понятия комптоновской длины оказывается значительно шире первоначально установленной.

Действительно, величина $\hbar/(m_g \times c)$ входит в экспоненциальный множитель потенциала взаимодействия различных частиц. Например, потенциал V поля ядерных сил (потенциал Юкавы) определяется выражением

$$V = -g^2 \times \exp\{-r/[\hbar/(m_\pi \times c)]\}/r,$$

где g – константа, задающая интенсивность ядерного взаимодействия;

m_π – масса пиона, кванта ядерного взаимодействия, равная 134,955 МэВ или $2,40584 \times 10^{-28}$ кг.

Оценка для радиуса действия ядерных сил:

$$\begin{aligned} \hbar/(m_\pi \times c) &= 1,054571 \times 10^{-34} / (2,40584 \times 10^{-28} \times 2,99792 \times 10^8) = 1,462 \times 10^{-15} \text{ м} = \\ &= 1,462 \text{ ферми} \end{aligned}$$

Эта величина характерна для размеров атомных ядер, т.е. оценка величины радиуса действия ядерных сил – состоятельная.

Аналогичное выражение может быть записано и для электрического поля:

$$\varphi = q \times \exp \left\{ -r / [\hbar / (m_f \times c)] \right\} / (4 \times \pi \times \varepsilon_0 \times r) = q / (4 \times \pi \times \varepsilon_0 \times r),$$

где q – электрический заряд;

ε_0 – диэлектрическая проницаемость вакуума.

Но здесь масса фотона m_f равна 0. Поэтому $\hbar / (m_f \times c)$ превращается в бесконечность, а экспоненциальный множитель – в 1, и в итоге получается привычный закон Кулона.

Оценка радиуса действия сил с квантом массой m_g по рассмотренной схеме приводит к величине равной примерно 6×10^{14} м = 0,6 трлн. км.

По земным масштабам – это огромная величина, превосходящая размеры солнечной системы в 132 раза.

А для Вселенной этого явно недостаточно: не годится частица массой m_g на роль переносчика гравитационных взаимодействий в глобальном масштабе. Даже для масштаба галактики 0,6 трлн. км – очень мало.

Но в формировании больших флуктуаций гравитационного поля, образующих, например, сверхдлинные гравитационные волны, она может участвовать.

А для того, чтобы быть ответственным за глобальное гравитационное поле, радиус действия поля с квантом μ_g должен быть сопоставим с радиусом R Вселенной.

Отсюда получаем следующую оценку для μ_g :

$$\mu_g = \hbar / (R \times c) = 1,054571 \times 10^{-34} / (2,5973 \times 10^{26} \times 2,99792 \times 10^8) = 1,35 \times 10^{-69} \text{ кг}$$

В энергетической системе единиц масса μ_g равна $0,76 \times 10^{-33}$ эВ. Причём, возможно, что это – тоже верхняя оценка. В реальности может оказаться, что $\mu_g = 0$, как и масса фотона.

Поэтому возможно, что гравитацию на различных масштабах определяет не одна, а несколько пока не обнаруженных элементарных частиц.

11. О соответствии гипотезы пространственно-временных квантов основным положениям специальной теории относительности и постоянству наблюдаемой средней плотности материи во Вселенной

Сейчас попытаюсь упреждающе ответить на вопрос, который, скорее всего, возникнет – не противоречит ли гипотеза о квантовании пространства-времени основным положениям специальной теории относительности (СТО)?

Как известно, основные положения СТО базируются на 3-х постулатах:

- все законы природы в различных инерциальных системах записывается одинаковым образом;
- скорость света – максимально возможная скорость распространения физических взаимодействий, универсальная физическая константа;
- скорость света – одинакова во всех инерциальных системах отсчёта.

Третий постулат может рассматриваться, как частный случай первого. Но здесь он обозначен ввиду его важности.

Из этих постулатов следует вся СТО.

Так вот: квантование пространства-времени, по крайней мере, рассматриваемое в предложенной модели, не противоречит этим положениям, если эти положения рассматриваются в ограниченных областях Вселенной (не менее, чем размеры галактик).

Локальный характер СТО следует и из гипотезы Большого взрыва, в которой содержится «начало времён», что противоречит глобальной обратимости времени. Обратимость времени может пониматься только приближённо, т.е. локально.

Не вызывает же удивление, когда в общей теории относительности эквивалентность гравитации и некой неинерциальной системы отсчёта наблюдается только в малых масштабах, а в больших масштабах они различны.

Здесь примерно то же самое.

Действительно, предположим, что существует скорость распространения материи большая, чем скорость света. Тогда получится, что на границе Вселенной существуют области, где имеется материя и пространство-время, а электромагнитного поля нет. Но это противоречит допущению, что пространство-время – продукты электромагнитного поля.

Поэтому, остаётся признать, что в рамках принятой гипотезы скорость света – максимальная скорость распространения взаимодействий в воспринимаемом нами мире.

Этого достаточно для вывода математическими методами всех соотношений специальной теории относительности. Поэтому данная версия гипотезы о пространственно-временных квантах не противоречит специальной теории относительности.

Образование квантов пространства-времени происходит вместе с образованием электромагнитного поля. И после того, как образована очередная порция пространства-времени, эти кванты растворяются в общем пространстве времени и далее проявляют себя только во временных и пространственных ритмах этого поля (это его «родимые пятна»), определяя масштабы измерения его пространственно-временных характеристик. Здесь нелишне напомнить, что эти масштабы связаны соотношением $\lambda = c \times t$. Т.е. кванты как бы встраиваются в электромагнитное поле.

Можно сказать и по-другому.

С каждой частицей материи связаны (термин «ассоциированы» может оказаться более удачным) кванты пространства-времени. Вместе с частицами они образуют как бы системы отсчёта, которые применяются в СТО для вывода основных соотношений.

Такие системы отсчёта перемещаются относительно друг друга, формируя общее пространство-время. Если нет материи, то нет пространства-времени, нет и систем отсчёта. Можно привести аналогию с волнами от движущихся по поверхности жидкости объектов. Может быть, это является объяснением существования корпускулярно-волнового дуализма?

Ещё несколько замечаний.

Во многих физических явлениях от величин масштабов пространства-времени ничего не зависит. Например, скорость света обычно измеряется в м/с. Но метр – это часть земного меридиана, а секунда – $1/86400$ часть земных суток. И ничего – этими масштабами меряют и микромир, и галактики. И причём здесь Земля, кроме того, что мы на ней живём?

Иногда для исключения секунды предлагают время тоже измерять в метрах. В сущности это всё равно, что ввести более естественный временной масштаб, равный $3,3336 \times 10^{-9}$ с. Тогда скорость света станет безразмерной физической величиной, равной 1.

Но если можно без возражений применить новый масштаб времени $3,3336 \times 10^{-9}$ с, то какие существуют препятствия к переходу на масштаб $(0,5 \div 1) \times 10^{-28}$ секунды с параллельным применением нового масштаба для измерения расстояний $(1,5 \div 3) \times 10^{-20}$ метра?

Думаю, что никаких фундаментальных препятствий, никаких особых принципов запрета для этого не существует.

Поэтому многие особенности электромагнитного поля от этого не изменятся. А значит оно, как ранее, будет удовлетворять основным положениям СТО.

И последнее.

Если последовательно проводить релятивистский подход в сочетании с предположением о существовании квантов пространства-времени, то естественно задать вопрос: почему расстояния и промежутки времени в различных областях Вселенной измеряются одинаковыми масштабами, скажем, метром и секундой? Ведь более логично

их измерять количеством соответствующих квантов в некотором интервале или временном промежутке.

Тогда получается следующее.

Т.к.

$$\lambda(x) = 0,7834 \times \exp(-0,25/\alpha) \times (\alpha \times \hbar \times x^2 \times \gamma / c^3)^{1/4} = A \times x^{1/2},$$

$$\text{где } A = 0,7834 \times \exp(-0,25/\alpha) \times (\alpha \times \hbar \times \gamma / c^3)^{1/4},$$

x – радиус (удаление от ЦГФ), на котором расположена наблюдаемая область, то суммарное количество N квантов на всём радиусе R составит

$$N = \int_0^R dx / (A \times x^{1/2}) = 2 \times R^{1/2} / A$$

Поэтому наблюдателю, расположенному на радиусе r , кажущийся радиус R Вселенной будет оцениваться как

$$R = A \times N = 2 \times (R \times r)^{1/2} = 2 \times R \times (r/R)^{1/2}$$

При $r = 0,266 \times R$, т.е. для наблюдателя с Земли $R = 1,03 \times R$.

Таким образом, для нас кажущиеся радиус R и продолжительность существования Вселенной будут примерно равны соответствующим действительным значениям этих параметров. В этом смысле мы занимаем очень удачное место для космологических наблюдений.

Далее оценим действительную и кажущуюся среднюю плотность материи во Вселенной.

Т.к.

$$\tau = \lambda / c = 0,7834 \times \exp(-0,25/\alpha) \times (\alpha \times \hbar \times x^2 \times \gamma / c^7)^{1/4}$$

$$m = \alpha \times \hbar / (c \times \lambda) = 0,20316 \times (\alpha \times \hbar)^{3/4} \times \exp(0,25/\alpha) \times (x^2 \times \gamma \times c)^{-1/4},$$

то реальная средняя плотность ρ оценивается следующим образом:

$$\rho = p \times m / \lambda^3 = p \times \alpha \times \hbar / (c \times \lambda^4) = p \times \alpha \times \hbar / (c \times A \times x^2) \sim x^{-2}$$

Напоминание: « p » – вероятность выхода заряженных прото-частиц из элементарной пространственно-временной ячейки (раздел 5).

Т.е. реальная средняя плотность ρ материи в некоторой области Вселенной обратно пропорциональна квадрату расстояния « x » этой области от ЦГФ.

Но, с другой стороны, из космологии известно, что наблюдаемая Вселенная – очень однородная. Получается, что этот факт противоречит общей тенденции изменения плотности ρ .

Но оказывается, гипотеза о существовании квантов пространства с различными параметрами позволяет примирить эти два, кажущихся противоречивыми, факта.

Действительно, если кванты пространства и времени существуют, то определять среднюю плотность массы можно только в пределах λ^3 , измеряя не величину ρ , а $\rho \times \lambda^3$. Оперировать величиной объёма, меньшим λ^3 (или $\pi \times \lambda^3/6$), бессмысленно.

Проще говоря, фактически измеряется не ρ , а $\rho \times \lambda^3 = \rho \times m$.

Последнее утверждение можно ещё более усилить.

Измерение занимает какой-то промежуток времени, обусловленной необходимостью накопления энергии сигнала и содержащейся в нём информации.

Меньше, чем τ , оно не может быть произведено. Поэтому фактически измеряется не ρ , а величина, пропорциональная $\rho \times \lambda^3 \times \tau = \rho \times \lambda^4/c$:

$$\rho \times \lambda^3 \times \tau = \rho \times m \times \tau = \rho \times m \times \lambda/c = \rho \times \alpha \times \hbar/c^2$$

Эта величина не зависит от λ и x . Иначе говоря, кажущаяся средняя плотность ρ материи во Вселенной – постоянна.

Конечно, если при этом во всей Вселенной неизменны величины физических констант α , $\hbar$ и c .

Если оценка плотности ρ материи осуществляется не при помощи оптических наблюдений, а посредством рассмотрения особенностей относительного движения объектов за счёт гравитационных сил между ними, то в основу анализа может быть положено уравнение движения в виде:

$$d^2r/dt^2 = -\gamma \times \rho \times dV/r^2,$$

где dV – элемент объёма.

Если кванты пространства и времени существуют, то все дифференциалы не могут быть меньше размеров соответствующих квантов, т.е. они должны быть пропорциональны этим размерам.

Это утверждение эквивалентно записи

$$\chi^{-1} \times d^2r^*/dt^{*2} = -\gamma \times \rho \times \chi^3 \times dV^*/r^{*2}$$

или

$$d^2r^*/dt^{*2} = -\gamma \times \rho \times \chi^4 \times dV^*/r^{*2},$$

где $\chi = \lambda/\lambda^*$,

d^2r^*/dt^{*2} – кажущееся ускорение, которое фиксируется наблюдателем.

Поэтому при анализе относительного движения космических объектов под действием гравитационных сил между ними наблюдателем воспринимается не величина ρ , а пропорциональная ей величина $\rho \times \lambda^4$, как и в случае оптических наблюдений.

В итоге наблюдатель видит не ρ , а величину ρ , которая является кажущейся массовой плотностью

$$\rho = \eta \times p \times \alpha \times \hbar / (c \times \lambda^{*4})$$

В последнем соотношении имеется коэффициент $\eta \sim 0,2122$.

Откуда он появился, понять несложно. В разделе 3 показано, что если плотность ρ шара изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния до центра, то

$$\rho(r) = (\rho_c / 3) \times (R/r)^2$$

Если подставить $r = 0,266 \times R$, то можно получить

$$\rho = \rho_c \times 4,711$$

или

$$\rho_c = \rho / 4,711 = 0,2122 \times \rho$$

Поэтому

$$\rho^* = 0,2122 \times p \times \alpha \times \hbar / (c \times \lambda^{*4})$$

Если теперь подставить числовые значения параметров, то получится $\rho^* = 0,931 \times 10^{-26}$ кг/м³.

И эта величина должна обладать высокой стабильностью в разных частях Вселенной. Причина этого аналогична той, которая была рассмотрена выше для фонового электромагнитного излучения.

Наблюдатель не знает о существовании квантов пространства и времени, и тем более – об их различиях в отдалённых друг от друга областях Вселенной. Поэтому он воспринимает не сам физический параметр (в данном случае – ρ), а его некий деформированный образ ρ , который может обладать отличными от реальности свойствами.

И ещё одно любопытное замечание.

В разделе 8 представлена приближенная оценка для плотности излучения фонового микроволнового излучения:

$$u^* \approx \{18 / (35 \times \pi)\} \times p \times \alpha^3 \times \hbar \times c$$

Сопоставляя выражения u^* и ρ , легко получить

$$u^* \approx 0,7715 \times \alpha^2 \times \rho \times c^2$$

Если же в такой же форме, т.е. через сомножители $\alpha^2 \times \rho \times c^2$, выразить наблюдаемые значение u^* и ρ , то получится

$$u^* = 0,8358 \times \alpha^2 \times \rho \times c^2$$

Т.е. цифры получаются близкими.

Таким образом, если кванты пространства и времени реально существуют, и, более того, могут быть различными в разных областях Вселенной, то можно ожидать появление некоторых иллюзий в восприятии действительности – типа красного и фиолетового смещений и одинаковой средней космологической плотности материи.

Эти иллюзии могут появиться при анализе дифференциальных характеристик типа плотности массы или плотности электромагнитной энергии.

Но, как говорится, это уже совсем другая история, требующая отдельного рассмотрения.

Заключение

Выше были обозначены основные контуры гипотезы о возникновении и развитии Вселенной, альтернативной гипотезе Большого взрыва.

Основные положения этой гипотезы – следующие.

Материя во Вселенной создаётся не в результате Большого взрыва, происшедшего в ничтожном объёме за ничтожные доли секунды, а постепенно, в результате разрушения (расщепления, растрескивания) физического вакуума. Разрушение происходит из-за некой первичной флуктуации, которая в этом процессе играет не основную, а вспомогательную роль детонатора. Материя создаётся не в результате первичной флуктуации, а при последующем разрушении вакуума в результате распространения его деформации.

Вместе с материей на определённой стадии её преобразования, когда появляется электромагнитное поле, образуются очередные ячейки пространства-времени. Собственно, в результате появления электромагнитного поля и образуются привычные нам пространство и время. До этого говорить о пространстве-времени в нашем представлении бессмысленно, оно не существует физически.

И в этой части гипотеза не является новой!

Ещё блаженный Августин 1600 лет тому назад считал, что время есть творение и сотворено оно вместе с миром. Мысли Августина относительно пространства аналогичны: пространство также есть творение, прежде бытия тварного (т.е. сотворённого) мира не было и пространства. Эти высказывания встречаются в его сочинении «О граде Божием».

Автор так популярного ныне словосочетания «Большой взрыв» британский астрофизик Фред Хойл сам в него не верил, считая, что вещество постоянно создаётся из вакуума. В защиту этого утверждения Хойл и его компания кембриджских астрофизиков приводило довод, что непрерывное рождение материи из вакуума ничуть не более сомнительно, чем рождение сразу всей материи в момент Большого взрыва.

Поскольку порождающее пространство-время электромагнитное поле квантуется, свойство квантования логично переносится и на образуемое им пространство-время. Поэтому логично предполагать существование квантов пространства и квантов времени.

В элементарных пространственно-временных ячейках, как в своеобразных кровотокающих ранах на «теле» физического вакуума, образуется материя в виде сгустков первичных прото-частиц, очень малой доли которых удаётся вырваться из глубин этих ячеек, но за счёт потери большей части своей энергии. В результате последующих превращений этих прото-частиц (возможно, происходящих в несколько стадий) образуются известные и пока ещё неизвестные элементарные частицы, порождая новую массу Вселенной.

Далее – схема преобразования этой материи, аналогичная рассматриваемой в схеме гипотезы Большого взрыва.

Но этот процесс – статистический и динамический: на всех этапах преобразования материи он может идти как в одну, так и в другую сторону. Возможно, что в этом процессе принимают активное участие «чёрные дыры», утилизируя избыточную материю и возвращая её в физический вакуум.

Коротко говоря: вместо одного гигантского Большого взрыва в точке, за 10^{-43} секунды, создавшему всю материю Вселенной – множество нановзрывов (точнее: нано-нано, а если говорить о времени, то нано-нано-нано-) в элементарных пространственно-временных ячейках. Материя продолжает создаваться десятки миллиардов лет (порядка 10^{18} с), а её масса генерируется с темпом, который примерно в 10^{60} раз меньше темпа генерации материи в гипотезе Большого взрыва.

При этом, поскольку радиус R Вселенной увеличивается со скоростью света, представляется вполне логичным, что R оказывается в 1,879 раза больше R_0 – радиуса Хаббла, наблюдаемого радиуса Вселенной. Соответственно и время существования Вселенной оценивается в 27,5 млрд. лет.

Указанная гипотеза соответствует по порядку величин наблюдаемым массам элементарных частиц, даёт своё объяснение эффекту ускоренного увеличения расстояний между космическими объектами, представляя его кажущимся, а также – микроволновому фоновому излучению Вселенной, которое в модели Большого взрыва называется реликтовым излучением. Она также объясняет однородное распределение материи во Вселенной.

В соответствие с предложенной гипотезой, Вселенная расширяется, но не так, как в гипотезе Большого взрыва. Размеры Вселенной увеличиваются за счёт образования новых порций материи, пространства и времени. Но такое расширение не относится к общему изменению расстояний между уже существующими космическими объектами.

Гипотеза также позволяет установить возможные величины квантов пространства ($\lambda \sim 10^{-20}$ м, $\lambda_0 \sim 10^{-22}$ м) и времени ($\tau \sim 10^{-28}$ с) из условий сопряжения макромира и микромира. Конечно, теоретически, абстрактно, можно рассматривать и значительно меньшие величины, но насколько они реальны – вопрос.

Что касается космологического принципа – одного из главных принципов современной космологии, то в рамках рассмотренной гипотезы он является не всеобщим, глобальным, пригодным для любой области Вселенной, а локальным, применимым приближенно. Правда, размеры областей его приближенной применимости огромны по масштабам не только Солнечной системы, но и галактики. То, что в рамках рассмотренной модели космологический принцип жёстко не применим, естественно следует из анизотропии пространства-времени, обусловленной наличием ЦГФ. И, похоже, экспериментальные данные о характеристиках реликтового фонового излучения подтверждают наличие некоего выделенного направления во Вселенной.

Кроме этого, выделенное направление течения времени может объяснить асимметрию между веществом и антивеществом (барионную асимметрию).

В рассмотренной гипотезе одну из ключевых ролей играет физический параметр α , который в настоящее время очень скромно называется «постоянная тонкой структу-

ры». На самом деле, вполне может оказаться, что α – это не только один из многочисленных вспомогательных безразмерных физических коэффициентов в формулах, но и фундаментальный системообразующий, параметр мироздания.

Таким образом, можно попытаться объяснить некоторые космологические физические явления без гипотезы о Большом взрыве.

Понятно и ожидаемо, что предложенная гипотеза, которая затрагивает научные интересы многих исследователей, а также основы мировоззрения религиозных деятелей, вызовет жёсткую, не всегда незаслуженную, критику. Наверно, при этом в устах критиков самой деликатной может оказаться фраза из романа «Мастер и Маргарита»: «Мне приятно сообщить вам, что ваша теория и солидна и остроумна. Впрочем, ведь все теории стоят одна другой».

Действительно, путаницы в различных гипотезах довольно много. Тем более что известно: доказать какую-либо физическую теорию невозможно. Опровергнуть можно, а строго доказать – нет.

Поэтому специально следует отметить: предложенная гипотеза не отрицает гипотезу Большого взрыва. Она лишь обращает внимание на то, что ключевые физические явления можно попытаться объяснить на основе других предположений. Причём, объяснить их в рамках только одной основной гипотезы.

Но, учитывая Большие проблемы Большого взрыва и самокритично оценивая только что предложенную гипотезу, можно вспомнить и другую фразу из произведения замечательного Мастера: «я вообще начинаю опасаться, что путаница эта будет продолжаться очень долгое время».

Список использованных источников

1. Фомин А.Н. «О взаимосвязи макромира и микромира: Вселенная, постоянная тонкой структуры, кванты пространства-времени – М., Центр стратегических оценок и прогнозов, 2016 – <http://csef.ru/media/articles/7272/7594.pdf>
2. Фомин А.Н. «О Большом взрыве после конца света» // АНО Центр стратегических оценок и прогнозов – М., 2013, – <http://csef.ru/ru/nauka-i-obshchestvo/459/o-bolshom-vzryve-posle-konca-sveta-3902>
3. Попов С., Топоренский А. «Вселенная и сфера Хаббла» – <http://galspace.spb.ru/index76.html>
4. «Плоды "Планка": холодное пятно и синяк от другой Вселенной» – 2013, <https://ria.ru/science/20131023/972164404.html>
5. Верховданов О. «Аномалии реликтового излучения» – 2014, <https://postnauka.ru/video/41193>
6. «Астрономы раскрыли природу загадочного холодного пятна Большого взрыва» // РИА «Новости» – 2015, <https://ria.ru/science/20150420/1059686828.html>
7. Способы изучения космического пространства. Телескопы микроволнового диапазона – <http://galspace.spb.ru/index62-7two.html>
8. Засов А.В., А. М. Черепашук А.М., Катков И.Ю. «Сверхмассивные чёрные дыры и кинематика галактик» – Naukarus, 2011 – <http://naukarus.com/sverhmassivnye-chernye-dyry-i-kinematika-galaktik>
9. Гравитон // Википедия – <http://wiki-online.ru/wiki/index.php?title=%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BD>

23 октября 2017 г.