

О ВЗАИМОСВЯЗИ МАКРОМИРА и микромира: ВСЕЛЕННАЯ, ПОСТОЯННАЯ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ, КВАНТЫ ПРОСТРАНСТВА- ВРЕМЕНИ

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 инфляционное расширение образовавшейся в результате этого взрыва Вселенной.

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?

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 наличие 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 и 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 теории Большого взрыва, распределение материи такое: 74% – темная энергия, 22% – темная материя, 4% – вещество (звездные системы, межгалактический газ) и поле.

Другими словами, в настоящее исследуется модели развития Вселенной на основе информации, и то – неполной, только о 4% её содержания. Неудивительно, что результаты оценок по таким моделям могут показать что угодно. Не говоря уж о том, что 105-107 световых лет – ничтожное расстояние 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 «темные» 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 теории инфляции.

В последние годы стало также модным придумывать дополнительные размерности пространства-времени, которые проявляются только в малых масштабах. С одной стороны, это понятно – нужно же как-то объяснить парадоксальное противоречие координат 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.

Наверно, нужно всё же отталкиваться от основных физических фактов о свойствах Вселенной, которыми располагает современная наука. Этих фактов не так уж много, и основные из них – следующие.

Во-первых, красное смещение. Объясняя его эффектом Доплера, Хаббл пришёл к заключению, что галактики разбегаются. 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.

Во-вторых, реликтовое излучение – возможный свидетель и участник Большого взрыва, соответствующее состоянию материи при температуре $2,7^{\circ}\text{K}$. В теории 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 основным положением современной космологии – 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 Ноубл (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 теория Большого Взрыва могут оказаться несостоятельными.

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

Поэтому и сторонникам теории Большого взрыва, и её критикам окончательные выводы делать преждевременно. Нужны 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 изложены один из таких возможных вариантов. Сначала я не предполагал ничего публиковать, 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 кому-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 немного повторить, что было написано в работе [1].

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. В настоящее время известны 4 вида поля: 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.

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, точно 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 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.

Так как хаотические процессы в мире всё же преобладают, то время может быть понято через хаос. Но одно дело хаос в разреженном 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 существеннее 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 разделится 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^{-35} 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.

Кстати, для того чтобы 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 по отношению к нему в 10^{20} раз 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 появилась жизнь, затем 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 глобальную гипотезу Большого взрыва.

Итак, 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), генерируя 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.

Следующее важное для рассматриваемой модели понятие – глобальная флуктуация физического вакуума, в результате которой образовалась 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 стали распространяться мелкие трещины. 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.

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 что где там 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 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 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.

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 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.

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

размер (радиус) Млечного Пути = 5×10^4 световых лет ($3,5 \times 10^{-5}$ радиуса Хаббла)

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

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

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 $e = 1,6021765 \times 10^{-19} \text{ К}$

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

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

пересчёт массы в 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 шара.

Сначала рассмотрим шар равномерной плотности. Напряженность 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

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

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:

$$W_g = \int_0^R \gamma \times (4 \times \pi / 3) \times r^3 \times 4 \times \pi \times r^2 \times \rho^2 \times dr / r =$$

$$= \int_0^R \gamma \times (4 \times \pi / 3) \times r^4 \times 4 \times \pi \times \rho^2 \times dr = \gamma \times (4 \times \pi / 15) \times R^5 \times 4 \times \pi \times \rho^2 =$$

$$= (3/5) \times \gamma \times M^2 / R$$

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:

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

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:

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

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. 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:

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

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 него встроены дополнительные множители $\chi(\rho, L, r)$.

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.

3. 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:

$$R = \{0,46636 \times c^2 / (\gamma \times \rho_c)\}^{1/2} =$$

$$R = \{0,46636 \times 0,898752 \times 10^{17} / (6,67384 \times 10^{-11} \times 0,931 \times 10^{-26})\}^{1/2} =$$

$$= 2,5973 \times 10^{26} \text{ м}$$

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

При этом 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 может создаваться дополнительная масса, которая увеличивает общую массу Вселенной. Другими словами, не только глобальная флуктуация типа Большого взрыва, но и последующее образования материи. Собственно, глобальная флуктуация является скорее не генератором материи, а детонатором процесса её образования при 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).

4. 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, 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 частицы, составляет \hbar/τ , и 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 того, чтобы выбраться из потенциальной ямы, элементарные прото-частицы должны преодолеть потенциальный барьер \hbar/τ . Это смогут сделать лишь те немногие из них, энергия которых достаточна для этого.

Предположим, что распределение частиц по энергии соответствует закону Больцмана с 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 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: средняя энергия частиц на дне потенциальной ямы также равна $\alpha \times \hbar/\tau$.

Для того, что полностью выйти из потенциальной ямы, полностью разорвать связь с родительским физическим вакуумом, частицам нужно преодолеть

$$1 + 1/\alpha$$

единиц средней 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, энергия которых превосходит $\alpha \times \hbar/\tau$ в $(1+1/\alpha)$

раз. Поэтому вероятность «р» выхода 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 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.

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

5. 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, образовавшихся 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 физического вакуума с образованием материи и пространства-времени

происходит на границе Вселенной, имеющей радиус r . В этом случае должно выполняться соотношение:

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

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

Откуда

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

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

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

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 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.

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):

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

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

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

Величине массы $1,602 \times 10^{-25}$ 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 |
|-----------------------------------|--------------------|
| Электрон | 0,000511 (0,5 МэВ) |
| Мюон | 0,10566 |
| π -мезон | 0,13957 |
| K-мезон (K^-) | 0,493 |
| Протон | 0,938 |
| Нейтрон | 0,939 |
| Тау-лептон | 1,777 |
| s-кварк | 0,09-0,095 |
| c-кварк | 1,25-1,3 |
| b-кварк | 4,15-4,21 |
| t-кварк | 173-174 |
| W^+ | 80,4 |
| Z^0 | 91,2 |
| Бозон Хиггса | 125-126 |

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

6. О расширении Вселенной

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

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

L – расстояние между наблюдателем и объектом.

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 обусловлены 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. Тогда из последнего выражения легко получить

$$df/f = - dr/(2 \times r) = - L/(2 \times r),$$

где L – расстояние между объектами.

Если кванты времени действительно существуют, то можно предположить, что частоты электромагнитного излучений привязаны к величинам этих квантов, как к естественным физическим масштабам.

При этом изменение частоты df/f электромагнитного излучения от удалённого на расстояние L объекта, которое фиксируется в точке наблюдения на радиусе r , воспринимается как изменение расстояния L до объекта с относительной скоростью v/c :

$$v/c = df/f = - L/(2 \times r),$$

Откуда

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

Множитель $c/(2 \times r)$ по физическому смыслу должен быть равен 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. Но эта зависимость – слабая: достаточно сказать, что размер нашей галактики – Млечного Пути – составляет лишь 5 миллионных долей размера Вселенной. Поэтому обнаружить изменения H 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 Вселенной, на половине радиуса Хаббла от ЦГФ. В этом месте «расширение» Вселенной будет наблюдаться со скоростью, соответствующей постоянной Хаббла.

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, никакого расширения 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 [2].

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 превосходить количество «приближающихся» объектов.

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

Т.к.

$$d^2f/f = (3/4) \times dr^2/r^2 = (3/4) \times L^2/r^2,$$

Изменение частоты d^2f/f электромагнитного излучения от удалённого на расстояние L объекта, которое фиксируется в точке наблюдения на радиусе R , воспринимается как скорость изменения расстояния L , т.е. как замедление a/c удаления объекта:

$$a/c = 2 \times (d^2f/f) \times c/L = - (3/2) \times c \times L/r^2$$

Откуда:

$$a/L = - (3/2) \times (c/r)^2 = - 6 \times H^2$$

Таким образом, в точке наблюдения спектры излучений удалённых объектов сдвинуты так, как будто происходит *замедленное* расширение Вселенной. И должна наблюдаться закономерность, аналогичная эффекту Хаббла, но для величины замедления – пропорциональность «а» расстоянию L между объектами. Причём коэффициент пропорциональности $6 \times H^2$ зависит от величины R. Для нашей галактики он равен $2,8227 \times 10^{-35} \text{ с}^{-2}$.

7. О фоновом электромагнитном излучении Вселенной

Выброшенные из разрушающего физического вакуума прото-частицы, формируя пространственно-временные ячейки и распространяясь в создаваемым ими пространстве-времени, испытают ряд трансформаций, превращаясь в обычные частицы. И поскольку всё это 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.

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

В классической физике используется так называемый радиус электрона

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

Но если последовательно принимать классические представления, то более логично вместо предыдущего соотношения использовать другое:

$$r_e = (3/5) \times e^2 / (4 \times \pi \times \epsilon_0 \times m \times c^2)$$

От предыдущего оно отличается наличием дополнительного множителя 3/5, который определяет энергию шарообразного электрона в его собственном поле, аналогично тому, как определяется собственная гравитационная энергия однородного шара.

Рассчитанная по последнему соотношению величина r_e равна $1,69 \times 10^{-15}$ м.

Определим величину флуктуации энергии в пространственной ячейке размером r_e . Именно за счёт таких флуктуаций возникают пары электронов и позитронов, а при их исчезновении образуется электромагнитное излучение.

$$\hbar \times c / r_e = m \times c^2 \times \hbar \times c / \{ (3/5) \times e^2 / (4 \times \pi \times \epsilon_0) \} = (5/3) \times m \times c^2 / \alpha$$

Откуда для пары частиц

$$2 \times m \times c^2 = (6/5) \times \alpha \times (\hbar \times c / r_e) = (6/5) \times \alpha \times (\hbar \times c / \lambda) \times (\lambda / r_e)$$

Но собственная энергия составляет только 3/5 общей энергии электромагнитного поля однородного заряженного шара. Поэтому общая электромагнитная энергия пары частиц будет равна

$$2 \times \alpha \times (\hbar \times c / \lambda) \times (\lambda / r_e)$$

Безразмерная величина $2 \times (\lambda / r_e)$ равна $3,676 \times 10^{-5}$. Если её сравнить с другой безразмерной величиной $\alpha^2 = 5,325 \times 10^{-5}$, то она будет примерно в 1,5 раза меньше. Поэтому величину общей электромагнитной энергии пары частиц можно приближённо записать также в виде

$$(2/3) \times \alpha^3 \times (\hbar \times c / \lambda)$$

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

$$u = (4/\pi) \times \alpha^3 \times p \times (\hbar \times c / \lambda^4)$$

Следует специально отметить: сейчас 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.

Если в последнее соотношение подставить $\lambda = 3,10692 \times 10^{-20}$ м, то можно получить $u = 1,891 \times 10^{-14}$ Дж/м³, т.е. около 2×10^{-14} Дж/м³.

Но эта генерируемая электромагнитная энергия, практически мгновенно уходит из ячейки. Но зато в каждый элемент объёма приходят фотоны, образовавшиеся в других частях Вселенной. Они и образуют плотность фонового излучения.

Для того, подсчитать энергию всех пришедших фотонов, нужно вычислить несложный интеграл. Но при этом необходимо учесть, что величина плотности генерируемой энергии излучения u зависит от параметра λ , который, в свою очередь зависит от r – радиуса точки, где образовался фотон.

Из полученных ранее соотношений следует, что $\lambda \sim r^{-1/2}$, т.е. $\lambda^4 \sim r^{-2}$.

Эта зависимость $u(r)$ и используется при вычислении указанного интеграла.

Значения интеграла, определяющего плотность $U(r)$ энергии приходящего излучения в точках, расположенных на различных радиусах r от ЦГФ, представлены на рис. 1. Эти значения представлены в масштабе плотности излучения, генерируемого на радиусе R , т.е. в масштабе $u(R)$.

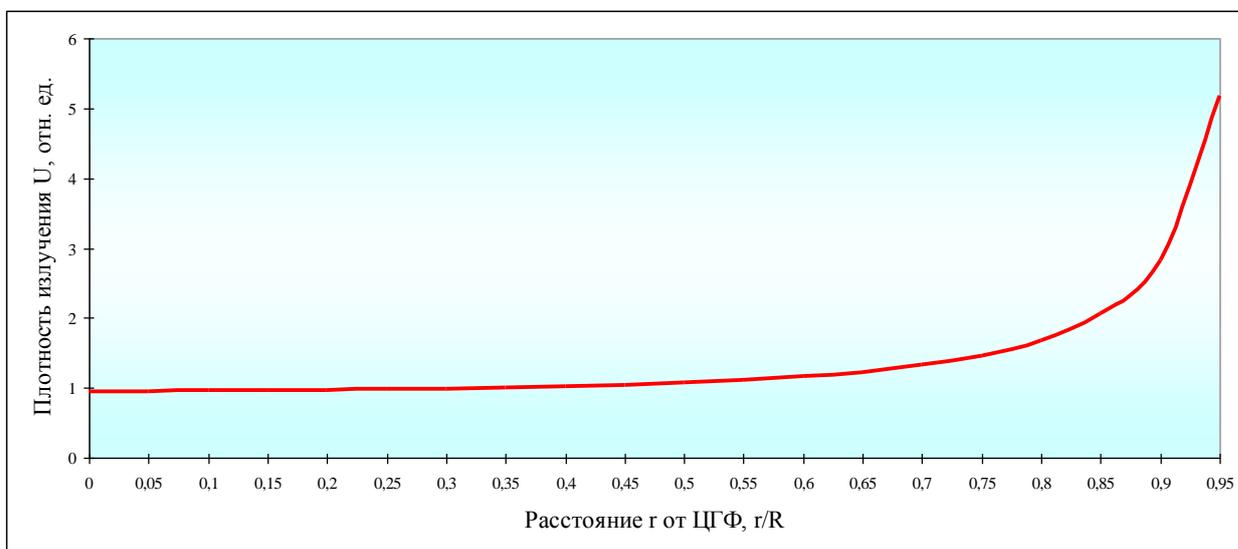


Рис. 1. Плотность энергии в зависимости от расстояния до ЦГФ.

Обращают на себя внимание две особенности полученных результатов.

Во-первых, высокая стабильность $U(r)$ при $r/R < 0,5$. Так, для $r/R = 0,266$, где находится Млечный Путь, при отклонениях $\Delta(r/R) = 0,05$ плотность энергии изменяется менее, чем на 1%.

Отклонениям $\Delta(r/R) = \pm 0,05$ соответствуют расстояния $\pm 1,37$ млрд. световых лет – почти в 14 тыс. раз больше размеров нашей галактики.

Во-вторых, при приближении r/R к 1 наблюдается увеличение плотности энергии. Если вспомнить аналогию Вселенной с очагом пожара на сухом ровном поле, то при движении от центра возгорания к границе, где горит сухая трава, температура также резко возрастает.

Для того, чтобы определить значение U при $r/R = 0,266$, нужно перейти от относительных единиц измерения к абсолютным – умножить представленные на рис. 1 величины на $1,891 \times 10^{-14}$ Дж/м³. Получится $U = 1,85 \times 10^{-14}$ Дж/м³.

Можно определить также угловые характеристики этого излучения для наблюдателя из Млечного Пути, например, плотность мощности излучения в единице телесного угла. Эти данные представлены на рис. 2 также в относительных единицах, но в этом случае масштабом является $u \times c$.

Теперь возникает естественный вопрос: наблюдается ли излучение с похожими характеристиками по однородности и плотностью энергии порядка 10^{-14} Дж/м³?

Ответ: действительно наблюдается, оно называется реликтовым и имеет плотность энергии 4×10^{-14} Дж/м³. Это космическое микроволновое фоновое излучение, которое равномерно заполняет Вселенную, обладая высокой степенью изотропности и спектром, характерным для абсолютно чёрного

тела с температурой $2,72548 \pm 0,00057$ К [3-6]. В теории Большого взрыва считается, что реликтовое излучение возникло в эпоху первичной рекомбинации водорода.

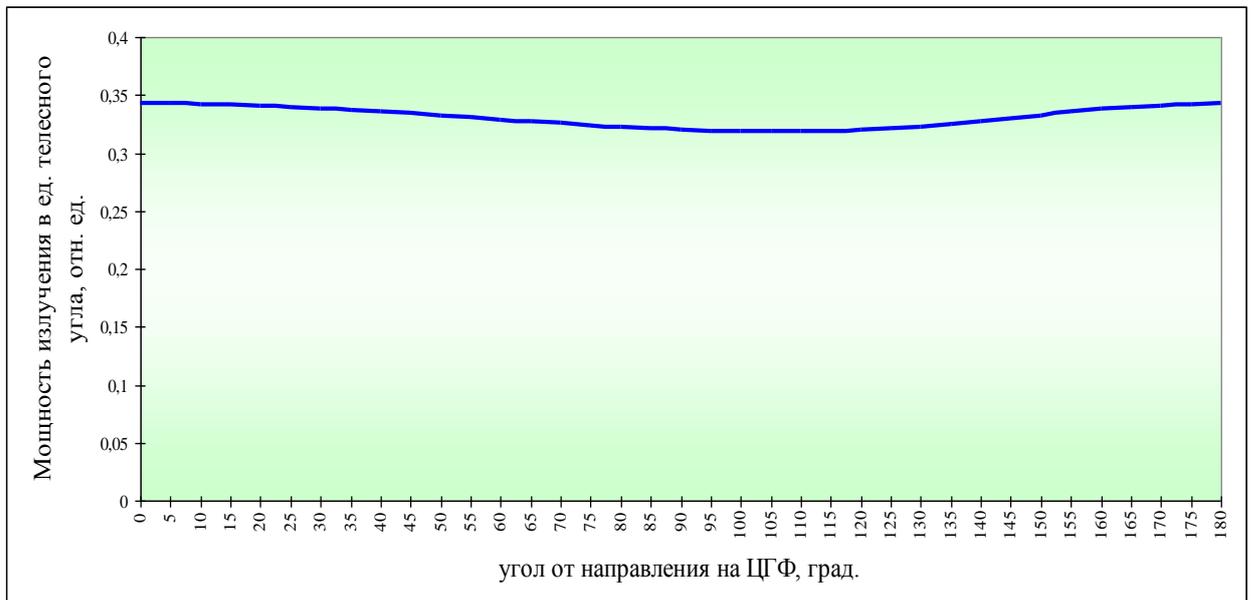


Рис. 2. Угловая плотность мощности излучения при $r = 0,266 \times R$ расстояния до ЦГФ.

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

В настоящее время составлены карты фонового излучения (рис. 3).

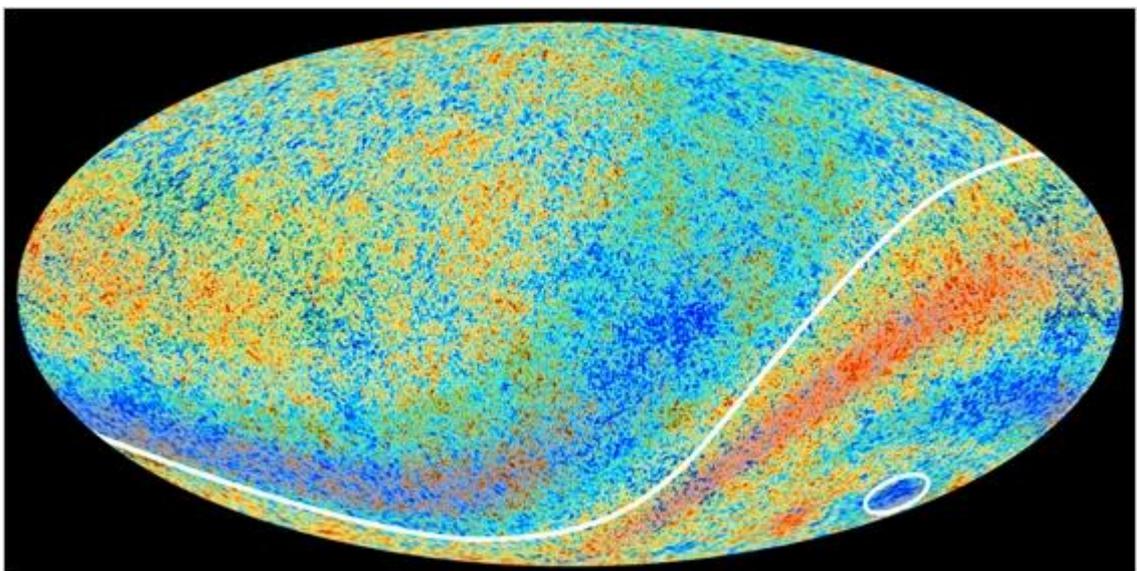


Рис.3. Карта фонового излучения

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

Например, в 2004 г. было обнаружено загадочное «холодное пятно» в микроволновом «эхе» Большого взрыва (на рис. 3 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.

Ученые говорят, что это может указывать на неравномерное распределение материи в масштабах всей Вселенной, и это ставит под вопрос существующую теорию 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 теории Большого взрыва, вытекающей из космологического принципа, имеются наблюдательные факты, находящиеся в противоречии с космологическим принципом, а значит, и основанной на нём теорией. 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 продолжающегося процесса создания материи в пространственно-временных ячейках физического вакуума. И наличие «оси зла» в этой модели – не парадокс, а совершенно естественно: оно определяет выделенное направление на ЦГФ. Между прочим, оценка расстояния от Млечного Пути до центра пятна примерно соответствует оцененному выше расстоянию $r = 0,266 \times R$.

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 определенной стадии её преобразования, когда появляется электромагнитное поле, образуются очередные ячейки пространства-времени. Собственно, в результате появления электромагнитного поля и образуются привычные пространство и время. До этого говорить о пространстве-времени бессмысленно, оно не существует физически.

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

В этих 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 при потере 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. Но этот процесс – динамический: на всех этапах преобразования материи он может идти как в одну, так и в другую сторону. Далее – схема преобразования этой материи, аналогичная рассматриваемой в схеме гипотезы Большого взрыва на стадии инфляции.

Другими словами: вместо одного гигантского Большого взрыва в точке – множество микровзрывов в элементарных пространственно-временных ячейках.

Указанная гипотеза соответствует по порядку величин наблюдаемым массам элементарных частиц, даёт своё объяснение эффекту расширению Вселенной, представляя его как кажущийся, а также – фоновому излучению Вселенной, которое по терминологии гипотезы Большого взрыва называется реликтовым излучением.

Она также позволяет установить возможные величины квантов пространства ($\lambda \sim 10^{-20}$ 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, 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, следует из естественной анизотропии пространства-времени, обусловленной наличием ЦГФ. И, похоже, экспериментальные данные о характеристиках реликтового фонового излучения подтверждают наличие некоего выделенного направления во Вселенной.

В рассмотренной гипотезе одну из ключевых ролей играет физический параметр α , который в настоящее время очень скромно называется «постоянная тонкой структуры». На самом деле, вполне может оказаться, что α – это не один из многочисленных безразмерных физических коэффициентов в формулах, а системообразующий, фундаментальный параметр мироздания.

Понятно и ожидаемо, что предложенная гипотеза, которая затрагивает научные интересы многих исследователей, 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.

Хотя, учитывая большие проблемы гипотезы 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 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-koncza-sveta-3902>
2. Попов С., Топоренский А. «Вселенная и сфера Хаббла» – <http://galspace.spb.ru/index76.html>
3. «Плоды "Планка": холодное пятно и синяк от другой Вселенной» – 2013, <https://ria.ru/science/20131023/972164404.html>
4. Верходанов О. «Аномалии реликтового излучения» – 2014, <https://postnauka.ru/video/41193>
5. «Астрономы раскрыли природу загадочного холодного пятна Большого взрыва» // РИА «Новости» – 2015, <https://ria.ru/science/20150420/1059686828.html>
6. Способы изучения космического пространства. Телескопы микроволнового диапазона – <http://galspace.spb.ru/index62-7two.html>