**Взрывающаяся Вселенная**

**Введение**

С того времени, когда Галилей впервые с помощью телескопа исследовал Млечный Путь, мы знаем, что он состоит из звезд, а Солнце представляет собой лишь одну из сотен миллиардов звезд, образующих Галактику Млечного Пути, а за пределами нашей Галактики лежит необъятная Вселенная. За последние годы наука добилась захватывающих результатов. Космология, оперирующая на уровне сверхбольших величин, а физика элементарных частиц – на уровне невероятно малых величин, мощнейшие оптические, инфракрасные, рентгеновские и радиотелескопы – все это позволило создать потрясающую современную картину – Вселенную, невообразимо распростершуюся в пространстве и времени, содержащую множество поразительных объектов, движущихся с невероятными скоростями. Естественно встает вопрос: было ли у Вселенной начало, и что было таким «началом», каков возраст Вселенной, будет ли конец ее существованию? На эти вопросы я постараюсь ответить в своей работе.

**Открытие взрывающейся Вселенной**

В начале 20-х гг. XX в. Вселенная казалась астрономам постоянной и неизменной, но новы достижения в теории и результаты наблюдений развеяли представление о статичности вселенной. В 1917 г. Альберт Эйнштейн создал общую теорию относительности (ОТО). Она описывала природу гравитации, а поведение Вселенной определялось именно гравитацией. На языке уравнений Эйнштейна гравитация представляет собой искривленное пространство (точнее, пространство- время), степень искривленности которого определяется количеством материи во Вселенной. Согласно эйнштейновской теории вселенной пространство- время – это нечто живущее собственной динамичной жизнью, искривляющаяся, расширяющаяся или сжимающаяся в соответствии со строго определенными законами. Эйнштейн, который, как и все его современники исходил из статичности и неизменности вселенной ужаснулся, когда из его уравнений стало видно, что пространство- время должно расширятся, – что Вселенная должна становиться все больше, - и исправил уравнение, добавив новый член, «космологическую постоянную», с целью ликвидировать расширение и восстановить статичность. Позднее он назвал это своей самой серьезной научной ошибкой.[[1]](#footnote-1)

В начале 20-х гг. уравнения Эйнштейна, описывающие природу вселенной, были рассмотрены советским ученым А. Фридманом, который в 1922 г. получил стандартный набор решений. Модели Фридмана, как их называют, дают основные предпосылки нашего представления о Вселенной: с течением времени Вселенная должна эволюционировать. Была предсказана необходимость существования в прошлом «сингулярного состояния» – вещества огромной плотности, а значит, и необходимость какой-то причины побудившей сверхплотное вещество начать расширятся. Это было теоретическим открытием взрывающейся Вселенной, открытие было сделано без наличия каких-либо идей о самом взрыве, о причине начала расширения Вселенной. Эйнштейн сначала не соглашался с выводами советского математика, но потом полностью их признал. Позднее он стал склоняться к мысли, что /\ - член (так обозначают космологическую постоянную) не следует вводить в уравнения тяготения, если их решение для всего мира можно получить и без космологической постоянной.[[2]](#footnote-2)

Идеи требовали подтверждения. Именно в это время астрономы создали ряд больших телескопов для исследования Вселенной и обнаружили, на сколько ограничены были их прежние взгляды.

Американский астроном Эдвин Хаббл, работавший в обсерватории Маунт-Вильсон в Калифорнии, в1929 г. обнаружил, что многие туманные пятна в небе удается разделить на отдельные звезды, и они есть ни что иное, как самостоятельные галактики, лежащие далеко за пределами Млечного Пути. Затем Хаббл сделал еще более грандиозное открытие, он обнаружил, что у далеких галактик систематически наблюдается красное смещение в спектрах, пропорциональное расстоянию от каждой галактики до Земли. Это красное смещение представляет собой сдвиг линий видимого спектра в красную область по сравнению с ожидаемой картиной. Это явление можно толковать как удлинение световых волн т.к. красный свет соответствует длинноволновому краю видимого спектра (голубой свет имеет более короткие длины волн, сокращение длин волн вызвало бы голубой сдвиг). Существует приемлемое единственное объяснение этого явления: длина волны света увеличивается, потому что галактика удаляется от нас. Однако это не означает, что наша галактика находится в центре Вселенной, а все остальные удаляются от нее. Представьте себе раздувающийся резиновый шарик с нанесенными на него точками. Каждая точка «видит», как любая другая удаляется со скоростью пропорциональной расстоянию, разделяющему их, но в действительности ни одна из точек не движется по поверхности шара. По закону Хаббла Вселенная ведет себя аналогичным образом, пустое пространство – Эйнштейновское пространство-время расширяется и раздвигает галактики все дальше друг от друга, хотя сами они не движутся в пространстве.

Умы астрономов были готовы к этому уже в 30-х гг., и в течение трех десятилетий они надеялись, что у вселенной должно быть начало, с которого пошел процесс расширения. Но лишь в 60-х эта идея стала превращаться в нечто более конкретное. До этого Большой Взрыв казался абстракцией, его нельзя было ни увидеть, ни услышать, ни ощутить, у астрономов не было уверенности, что гипотеза верна. В 1964 г. Арно Пензиас Роберт и Вильсон, работая в американской лаборатории «Белл Телефон Лабораториз», нашли способ «ощутить» Большой Взрыв. При помощи чувствительной радиоантенны и системы усиления ученые изучали слабые радиосигналы, отражавшиеся спутниками «Эхо», а также легкий радиошум Млечного Пути, и к своему удивлению обнаружили слабый, но равномерный сигнал, приходящий со всех направлений в пространстве. Проходили месяцы, а он не менялся, хотя антенна направлялась на различные участки неба, вращаясь вместе с землей вкруг ее оси и вокруг солнца. Шум не мог исходить от какого-либо источника на Земле, антенну разбирали, монтировали заново, но шум в коротковолновом приемнике не исчезал. В это время Пензиас и Вильсон узнали о расчетах П. Дж. Э. Пиблза, физика из Принстонского университета, из которых следовало, что если Вселенная возникла при Большом Взрыве, то для предотвращения слияния всех компактных частиц в тяжелые элементы и для сохранения достаточного количества водорода и гелия для формирования звезд и галактик во Вселенной необходимо наличие огромной плотности излучения. По мере расширения Вселенной излучение остывало, продолжая наполнять Вселенную, но в более «разбавленном» виде. Пиблз предсказал, что сегодня его можно обнаружить как излучение, с температурой на несколько градусов выше абсолютного нуля по шкале Кельвина. Расчеты Пиблза объясняли происхождение радиошума, который слышали Пензиас и Вильсон. Пространство – наша Вселенная – оказалось заполненным очень слабыми радиоволнами с энергией, эквивалентной 3 оК (0о по шкале Кельвина соответствует –273 оС).[[3]](#footnote-3) По обычным стандартам это очень слабый сигнал, но, поскольку им заполнено все пространство, получается огромное кол-во энергии. Космическое излучение было отдаленным эхом Большого Взрыва, последним следом огненного шара, в котором зародилась Вселенная, ученые назвали его реликтовым излучением.

Доводы в защиту этой теории просты. Вселенная при рождении была очень горячей, с высокой концентрацией энергии и материи, расширялось пространство и излучение, но по мере расширения энергия рассредоточивалась, с уменьшением плотности энергии температура падала. Сейчас температура фонового излучения в точности соответствует расширению, произошедшему с момента Большого Взрыва. Если подсчитать общую плотность энергии, которая сегодня содержится в реликтовом излучении, то она окажется в 30 раз больше, чем плотность энергии в излучении от звезд, радиогалактик и других источников вместе взятых. Можно подсчитать число фотонов реликтового излучения, находящихся в каждом кубическом сантиметра Вселенной. Оказывается, что концентрация этих фотонов: N~500 штук в см3.[[4]](#footnote-4)

Большой Взрыв оказался нечем более реальным, чем результаты математических построений. В 1978 г. Пензиас и Вильсон были удостоены Нобелевской премии за свое открытее.

**Возраст Вселенной**

Вопрос о возрасте Вселенной является наиболее спорным. Еще в 1929 г. совершенствование методик измерения расстояний до окружающих галактик позволило получить более точное значение отношения скорости разбегания к расстоянию – так называемой постоянной Хаббла. Ее величина оценивается в интервале от 50 до 100 км/с из мегапарсек (31/4 миллиона световых лет). Иными словами, на каждые 75 км измеренной скорости разбегания приходится около 31/4 миллиона световых лет расстояния между ними и данной галактикой. Постоянная Хаббла показывает, насколько быстро расширяется Вселенная, а это в свою очередь позволяет вычислить, когда произошел Большой Взрыв. Подсчитанный на основе этих соображений возраст Вселенной составляет от 15 до 20 млрд. лет. С выводами Хаббла были согласны далеко не все астрономы, в частности ученый Техасского университета де Вокулер считал, что мы живем на в обычной области Вселенной, а в аномальной, и нужен какой-то более совершенный метод определения. В 1979 г. Марк Ааронсон и его коллеги из обсерватории Стюарда решили измерить не видимый свет Галактик, а их инфракрасное излучение, т.к. оно не задерживается пылью и не надо делать поправку на поворот Галактик. В итоге было подтверждено предположение де Вакулера о том, что мы, в самом деле, живем в аномальной области Вселенной. Мы находимся на расстоянии примерно 60 млн. световых лет от суперскопления в Деве и стремимся к нему под действием притяжения с весьма большой скоростью. Значит, для того чтобы получить верное значение постоянной Хаббла, нужно из скорости разбегания галактик (с которой они удаляются от нас) вычесть эту скорость. Но некоторые ученые считают, что мы движемся к созвездию Льва, а не Девы, со скоростью примерно 600 км/с. Какие же измерения возраста Вселенной верны, пока не известно.

Есть еще методы определения возраста Вселенной, но они позволяют найти лишь возраст нашей Галактики, но т.к. хорошо известно насколько Вселенная старше Галактики то эти методы весьма надежны. В одном из методов используются гигантские скопления звезд, так называемые глобулярные скопления, которые окружают нашу Галактику. Ученые Герцшпрунг и Рессел создали график зависимости абсолютной яркости от температуры поверхности звезд и на этом основании сделали вывод, что возраст глобулярных скоплений от 8 до 18 млрд. лет, значит Вселенной должно быть не больше 10 млрд. лет.

Есть метод, заключающийся в наблюдении скоростей распада различных радиоактивных веществ. Мерой скорости этого процесса служит так называемый период полураспада – время, течение которого распадается половина ядер данного вещества. Измеряя периоды полураспада атомов радиоактивных элементов в Солнечной системе, можно определить ее возраст, а на его основе – возраст нашей Галактики, и вновь результаты указывают, что Галактике больше 10 млрд. лет. Сотрудник Чикагского университета Дэвид Шрамм и некоторые другие ученые применили ряд методов определения возраста Галактики, а затем обработали результаты для получения наиболее вероятного значения. Таким образом, они получили оценку 15-16 миллиардов лет. Но и это убедило отнюдь не всех. Гарри Шипмен из университета Делавэра недавно провел исследование эволюции белых карликов и определил их число в нашей Галактике; теперь он утверждает, что Млечному Пути не более 11 миллиардов лет. С его выводами согласны Кен Джейнс из Бостонского университета и Пьер де Марк из Йеля. Они внимательно изучили методику определения возраста глобулярных скоплений на основе графиков зависимости светимость — температура и пришли к выводу, что учет погрешностей в наблюдениях звезд, а также некоторых теоретических допущений позволяет снизить оценку их возраста до 12 миллиардов лет.[[5]](#footnote-5)

Сегодня ученые с уверенностью могут утверждать лишь то, что возраст Вселенной составляет от 10 до 20 миллиардов лет. Это значит, что около 10-20 миллиардов лет назад произошел колоссальный взрыв, в результате которого произошло рождение нашей Вселенной.

**Большой Взрыв**

Какой же была Вселенная в момент своего рождения? Этот вопрос имеет смысл, только если он относится к мгновению, следующему непосредственно за началом, т.е. к моменту времени, когда применение физических законов становится уже разумным.

Спустя всего одну сотую секунды после начала, космос занимал гораздо меньший объем, тем теперь, и был заполнен сжатым веществом при температуре в миллиарды градусов с плотностью в триллионы раз выше, чем плотность воды. В этих условиях не могли существовать ни ядра, ни тем более атомы, которые были бы разрушены бурным тепловым движением. Итак, если отправной точкой мы будем считать десятитысячную долю секунды после самого начала, то из проделанных вычислений следует, что радиус кривизны Вселенной в этот момент равнялся примерно одной тридцатой части светового года, т.е. 300 миллиардов километров, что в 1000 раз превышает размеры Солнечной системы.[[6]](#footnote-6) Хотя это и колоссальная величина, но она ничтожна по сравнению с размерами современной Вселенной, таким образом вещество находилось в крайне сжатом состоянии с плотностью в тысячи миллиардов раз больше, чем плотность воды и при чрезвычайно высокой температуре порядка одного триллиона градусов. Чем же был заполнен космос в эти мгновения? Напомним, что температура газа представляет собой не что иное, как меру средней энергии составляющих его частиц. Если эти частицы попытаться нагреть до триллиона градусов, то они будут сталкиваться друг с другом с такой силой, что атомы разобьются на ядра и электроны; в свою очередь ядра разобьются на нейтроны и протоны, из которых они состоят. Более того, энергия разлетающихся частей будет столь высока, что сможет материализоваться согласно формуле E= mc2 и привести к появлению вещества – антивещества (пар мюонов и электрон-позитных пар).

Космические соударения сначала происходят в неистовом ритме, который со временем затихает; в конце концов, столкновения становятся совсем редкими. Расширяясь, Вселенная охлаждается со скоростью, обратно пропорциональной ее радиусу. В свою очередь радиус Вселенной увеличивается как корень квадратный из прошедшего времени; так, например, при увеличении времени от одной до четырех секунд радиус Вселенной увеличится в два раза, в то время как температура уменьшится вдвое. По прошествии одной секунды после начала пропадают мюоны, и начинается образование более стабильных ядер (главным образом ядер гелия, или a-частиц, состоящих из двух протонов и двух нейтронов). В течение последующих трех минут нуклеосинтез по существу заканчивается. Спустя четверть часа после начала радиус вселенной достигает 100 световых лет, а температура равна 300 млн. градусов, что сравнимо с температурой наблюдаемой при термоядерных взрывах. С этого момента наблюдается более медленное охлаждение Вселенной наряду с ее расширением, и пройдет еще миллион лет, прежде чем произойдет новый качественный скачек в картине развития Вселенной. Температура при этом упадет до четырех тысяч градусов, и свободные электроны начнут рекомбинировать с ядрами, образуя атомы, которые, наконец, будут способны противостоять уменьшившемуся уровню тепла.

Что бы мы увидели, если бы могли окинуть взглядом пространство в ту далекую первоначальную эпоху? Яркость равномерного свечения неба всего в десять раз меньше, чем у поверхности Солнца (что очень близко к яркости свечения солнечных пятен, в сою очередь сравнимой с яркостью дуговой лампы). Жара, как в аду, поддерживает вещество в возбужденном состоянии, не давая ему конденсироваться. После образования атомов вещество становиться прозрачным для света, и свет блуждает в течение миллиардов лет по всей Вселенной вплоть до наших дней. Почему же мы его не видим? Ответ состоит в том, что его все-таки удалось увидеть, хотя и не в виде света в обычном смысле, о чем мы уже говорили ранее, речь идет о так называемом реликтовом излучении. Оно представляет собой самое древнее из имеющихся свидетельств нашей эволюции; оно было испущено, когда прошло менее одной тысячной доли всей жизни Вселенной.

Существуют ли причины, кроме простого любопытства, по которой следует определять различные численные характеристики «сверхварева» вещества, появившегося вслед за Большим Взрывом? Вот одна из них.

Из вычислений следует, что оставшийся «пепел» должен был состоять примерно на три четверти из водорода; остальная часть – это гелий и очень малые примеси более тяжелых элементов. Не случайно, что такой же начальный состав галактического вещества получается и из данных об эволюции звезд. Кроме того, в этом месиве должен был присутствовать тяжелый изотоп водорода – дейтерий, относительно легкий по сравнению с другими ядрами. По всей видимости, дейтерий не может создаваться в горниле звездных печей, где он бы сразу превращался в гелий или, так или иначе, разрушался. Поэтому встречающийся в настоящее время дейтерий (даже в стенах домов) должен был сохраниться со времени Большого Взрыва. Если Вселенная действительно была тогда очень плотной (настолько, чтобы быть замкнутой), то, как показывают расчеты, частные столкновения дейтронов (ядер дейтерия) с другими ядрами чрезвычайно быстро привели бы к их разрушению.

Таким образом, обнаружение значительного количества дейтерия в нынешней Вселенной указывало бы на малую плотность вещества в ней, т.е. на то, что Вселенная открыта. Наблюдения нашей Галактики, судя по всему, подтверждают существование межзвездных облаков, состоящих из дейтерия, что говорит в пользу модели открытой Вселенной, по крайней мере, временно, поскольку не исключена возможность, что будет обнаружен способ образования дейтерия в звездах, противоречащий нашим рассуждениям.

Когда же появились Галактики? После отрыва излучения от вещества Вселенная по-прежнему состояла из довольно однородной смеси частиц и излучения. В ней уже содержалось вещество, из которого впоследствии образовались галактики, но пока его распределение оставалось в основном равномерным. Известно, однако, что позже наступил этап неоднородности, иначе сейчас не было бы галактик. Но откуда же взялись флуктуации, приведшие к появлению галактик?

Астрономы полагают, что они проявились очень рано, практически сразу же после Большого взрыва. Что их вызвало? Точно неизвестно и, может быть, никогда не будет известно наверняка, но они каким-то образом появились практически в самый первый момент. Возможно, поначалу они были довольно велики, а затем сгладились, а может быть, наоборот, увеличивались с течением времени. Известно, однако, что по окончании эпохи излучения эти флуктуации стали расти. С течением времени они разорвали облака частиц на отдельные части. Эти гигантские клубы вещества расширялись вместе с Вселенной, но постепенно стали отставать. Затем под действием взаимного притяжения частиц начало происходить их уплотнение. Большинство этих образований поначалу медленно вращалось, и по мере уплотнения скорость их вращения возрастала.

Турбулентность в каждом из фрагментов была весьма значительна, и облако дробилось еще больше, до тех пор, пока не остались области размером со звезду. Они уплотнялись и образовывали так называемые протозвезды (облако в целом называется протогалактикой). Затем стали загораться звезды и галактики приобрели свой нынешний вид.

Эта картина довольно правдоподобна, но все же остается ряд нерешенных проблем. Как, например, выглядели ранние формы галактик (их обычно называют первичными галактиками)? Так как пока ни одна из них не наблюдалась, сравнивать теоретические построения не с чем.

Есть и другие трудности. Задумаемся над тем, что мы видим, вглядываясь в глубины космоса. Ясно, что при этом мы заглядываем в прошлое. Почему? Да потому, что скорость света не бесконечна, а имеет предел; для того чтобы дойти до нас от удаленного объекта, свету требуется некоторое время. Например, галактику, находящуюся от нас на расстоянии 10 миллионов световых лет, мы видим такой, какой она была 10 миллионов лет назад; галактику на расстоянии 3 миллиарда световых лет мы наблюдаем отстоящей от нас во времени на 3 миллиарда лет. Всматриваясь еще дальше, мы видим все более тусклые галактики, и, наконец, они становятся вовсе не видны - за определенной границей можно наблюдать только так называемые радиогалактики, которые, похоже, во многих случаях находятся в состоянии взрыва. За этой границей расположены особенно странные галактики - мощные источники радиоизлучения с чрезвычайно плотными ядрами.

Наконец, на самой окраине Вселенной можно разглядеть только квазары. Их обнаружили в начале 60-х годов, и с тех пор они остаются для нас загадкой. Они испускают больше энергии, чем целая галактика (а ведь в нее входят сотни миллиардов звезд), при весьма малом размерен - не больше Солнечной системы. По сравнению с количеством излучаемой энергии такой размер просто смехотворен. Как может столь малый объект давать столько энергии? На эту тему в последние годы много рассуждали, в основном применительно к черным дырам, но ответа пока нет. В соответствии с наиболее приемлемой моделью, квазар - это плотный сгусток газа и звезд, находящийся поблизости от черной дыры. Энергия выделяется, когда газ и звездное вещество поглощаются черной дырой. Важно помнить, что мы видим все эти объекты такими, какими они были давным-давно, когда Вселенной было, скажем, всего несколько миллионов лет от роду. Поскольку на самой окраине видны только квазары, напрашивается вывод, что они есть самая ранняя форма галактик. Ближе к нам находятся радиогалактики, так, может быть, они произошли от квазаров? Еще ближе обычные галактики, которые, стало быть, произошли от радиогалактик? Получается как бы цепь эволюции: квазары, радиогалактики и обычные галактики. Хотя такие рассуждения кажутся вполне разумными, большинство астрономов с ними не соглашается. Одно из возражений - разница в размерах между квазарами и галактиками. Следует, однако, упомянуть, что недавно вокруг некоторых квазаров обнаружены туманности. Возможно, эти туманности затем конденсируются в звезды, которые объединяются в галактики. Из-за упомянутой выше и других трудностей большая часть астрономов предпочитает считать, что и на самых дальних рубежах есть первичные галактики, но они слишком слабы и потому не видны. Более того, недавно обнаружены новые свидетельства, подтверждающие такое предположение, зарегистрировано несколько галактик, находящихся на 2 миллиарда световых лет дальше, чем самая дальняя из известных галактик. Они настолько слабы, что для получения их изображения на фотопластинке понадобилась экспозиция 40 ч.

Хотя в общих чертах нам ясно, что тогда происходило, но механизм образования Галактик все же понят не до конца и противоречит аккуратным подсчетам наблюдаемых масс Галактик и их скоплений. Проникая с помощью телескопов все дальше в глубь космоса, было обнаружено, что самые далекие объекты перемещаются со скоростями, вплотную приближающимися к скорости света, и поэтому они перестают бать видимыми. Где-то вдалеке существует горизонт, и свет от объектов, находящихся за ним, до нас еще не дошел. Находиться этот горизонт на расстоянии примерно 12 миллиардов световых лет.[[7]](#footnote-7) На сколько можно судить, космос заполнен множеством галактик (десятками миллиардов), объединенных в гигантские скопления, содержащие сотни и тысячи галактик. Так вот диаметры галактик колеблются от 10 до 100 тыс. световых лет, тогда как расстояние от нас до ближайшей гигантской Галактики – туманности Андромеда – превышает 2 миллиона световых лет. Размеры больших скоплений галактик порядка 10 миллионов световых лет, а сверхскоплений 100-300 миллионов световых лет.[[8]](#footnote-8)

В последнее время были проведены массовые измерения красных смещений для более чем 10 тысяч галактик, используя полученное расстояние до галактик, с помощью компьютеров были построены трехмерные картины распределения галактик во вселенной. Здесь-то ученые и столкнулись с неожиданным результатом. Если наивно считать, что все структурные уровни материи качественно похожи друг на друга и отличаются только пространственными размерами, то вполне естественно было предположить, что галактики объединяются в скопления галактик точно так же, как звезды объединяются в галактике, однако действительность оказалось совершенно иной. Подавляющая часть галактик (80-90%) оказалась сконцентрированной в сильно вытянутые нитевидные (филаментарные) структуры толщиной менее 30 миллионов световых лет и длинной до 300 миллионов световых лет. Соседние нити пересекаются между собой, образуя связанную, трехмерную сетчато-ячеистую структуру. Эту структуру и называют обычно системой сверхскоплений, условно проводя границу между отдельными сверхскоплениями там, где нити становятся тоньше и реже. Большие скопления галактик заключают в себе весьма малую долю всех галактик (менее 10%) и располагаются, как правило, в близи точек пересечения нитевидных структур, остальное пространство почти не содержит галактик. Были обнаружены гигантские пустоты с размерами в десятки мегапарсек. Первая пустота «войд» была обнаружена в направлении на созвездие Волопаса. Ячеистая структура не собирается в более крупные образования, а в среднем равномерно заполняет вселенную. Масштабы ячеек около 300 мегапарсек, плотность светящегося вещества, усредненная по объему ячейки, равна 3·10-31 г/см3. Это и есть среднее значение плотности вещества наблюдаемой Вселенной. Контраст плотности вещества убывает с ростом пространственного масштаба структур. Правда, астрономические оценки масс не очень надежны, т.к. помимо светящегося вещества самих галактик в пространстве вокруг них существуют, по-видимому, значительные массы вещества, наблюдать которые не удается. Скрытые массы проявляют себя только тяготением, которое сказывается на движении галактик в группах и скоплениях, по этим признакам оценивают связанную с ними среднюю плотность, которая, как полагают, может быть в два-три или даже пять-десять раз больше усредненной плотности галактик. То обстоятельство, что число галактик и плотность вещества оказываются одинаковыми в достаточно больших объемах, где бы эти области ни находились, означает что Вселенная, рассматриваемая в большом масштабе, является в среднем однородной. Это одно из фундаментальных свойств окружающего нас мира.

**Будущее Вселенной**

Современная наука, рассматривая дальнейшую судьбу Вселенной, останавливается на двух вариантах – открытой и замкнутой Вселенной. Если предположить, что Вселенная замкнута, в этом случае в течение 40-50 миллиардов лет ничего существенного не произойдет. Галактики будут все дальше разбегаться друг от друга, пока в какой-то момент самые дальние из них не остановятся и Вселенная не начнет сжиматься. На смену красному смещению спектральных линий придет синее. К моменту максимального расширения большинство звезд в галактиках погаснет, и останутся в основном небольшие звезды, белые карлики и нейтронные звезды, а также черные дыры, окруженные роем частиц - в большинстве своем фотонов и нейтронов. Наконец, через примерно 100 миллиардов лет начнут сливаться воедино галактические скопления; отдельные объекты сначала будут сталкиваться очень редко, но со временем Вселенная превратится в однородное «море» скоплений. Затем начнут сливаться отдельные галактики, и, в конце концов, Вселенная будет представлять собой однородное распределение звезд и других подобных объектов.

В течение всего коллапса в результате аккреции и соударений станут образовываться, и расти черные дыры. Будет повышаться температура фонового излучения; в конце концов, она почти достигнет температуры поверхности Солнца и начнется процесс испарения звезд. Перемещаясь на фоне ослепительно яркого неба, они подобно кометам будут оставлять за собой состоящий из паров след. Но вскоре все заполнит рассеянный туман и свет звезд померкнет. Вселенная потеряет прозрачность, как сразу же после Большого взрыва. (В гл. 6 мы видели, что/ранняя Вселенная была непрозрачной, пока ее температура не упала примерно до 3000 К; тогда свет стал распространяться без помех.)

По мере сжатия Вселенная, естественно, будет проходить те же стадии, что и при создании Вселенной, но в обратном порядке. Температура будет расти, и сокращающиеся интервалы времени начнут играть все большую роль. Наконец галактики тоже испарятся и превратятся в первичный «суп» из ядер, а затем распадутся и ядра. На этом этапе Вселенная станет крохотной и состоящей только из излучения кварков и черных дыр. В последнюю долю секунды коллапс дойдет почти до сингулярности. Что будет дальше - неизвестно, поскольку нет теории, которая годилась бы для описания сверхбольших плотностей, возникающих до появления сингулярности, можно лишь строить предположения.

В теории замкнутой Вселенной появилась так называемая идея «отскока» - внезапного прекращения сжатия, нового Большого Взрыва и нового расширения. Одной из причин первоначального введения идеи отскока была возможность обойти неприятную с точки зрения многих астрономов проблему возникновения Вселенной. Если отскок произошел один раз, то он мог случаться неоднократно, может быть, бесчисленное количество раз, поэтому не нужно и беспокоиться о начале времен.

К сожалению, при подробной проработке такой идеи оказалось, что, и отскок не решает проблемы. В интервалах между отскоками звезды излучают значительное количество энергии, которая затем концентрируется при достижении состояния, близкого к сингулярности. Эта энергия должна постепенно накапливаться, из-за чего промежуток времени между последовательными отскоками будет возрастать. Значит, в прошлом эти промежутки были короче, а когда-то, в пределе, промежутка не было вовсе, т. е. мы приходим к тому, чего старались избежать, - проблеме начала Вселенной. Согласно расчетам, от начала нас должно отделять не более 100 циклов расширений и сжатий.

Многие предпринимали попытки обойти эту проблему. Томми Голд, например, разработал теорию, согласно которой в момент наибольшего расширения время начинает течь вспять. Излучение устремится обратно к звездам и Вселенная «омолодится». В таком случае она будет равномерно осциллировать между коллапсом и максимальным расширением.

Весьма интересную, но очень спорную теорию предложил Джон Уилер. Воспользовавшись идеей Хо-кинга, согласно которой фундаментальные константы «теряют» свои числовые значения при достаточно высоких плотностях, он показал, что цикл осцилляции не обязательно должен удлиняться. Из-за принципа неопределенности значения констант утрачиваются, когда Вселенная сжимается до почти бесконечной плотности. После возможного отскока и нового расширения эти константы могут получить совершенно иные значения. Продолжительность циклов в таких обстоятельствах также будет меняться, но случайным образом; одни циклы станут очень длинными, а другие короткими.[[9]](#footnote-9)10

Согласно противоположной теории, открытая Вселенная будет расширяться вечно. Первые события будут, конечно, аналогичны тем, которые происходят в замкнутой Вселенной. Звезды постепенно постареют, превратившись с течением времени в красных гигантов, либо взорвутся, либо медленно сколлапсируют и умрут. Некоторые из них, прежде чем погаснуть, столкнутся с другими звездами. Такие столкновения очень редки, и с момента образования нашей Галактики (по крайней мере, в ее внешних областях, где мы обитаем) их было совсем немного. Однако за триллионы и триллионы триллионов лет таких столкновений произойдет множество. Часть из них лишь сбросит в пространство планеты, а в результате других звезды окажутся на совершенно иных орбитах, некоторые даже вне пределов нашей Галактики. Если подождать достаточно долго, то нам покажется, что внешние области галактик испаряются.

Не выброшенные из галактик звезды в результате столкновений, скорее всего, будут притягиваться к центру, который, в конце концов, превратится в черную гигантскую дыру. Примерно через 10(18) лет большинство галактик будет состоять из массивных черных дыр, окруженных роем белых карликов, нейтронных звезд, черных дыр, планет и различных частиц.

Дальнейшие события вытекают из современной единой теории поля, называемой теорией великого объединения. Из этой теории следует, что протон распадается примерно за 10(31) лет. Сейчас ведется несколько экспериментов по обнаружению такого распада, а значит, и по проверке теории, Согласно ей, протоны должны распадаться на электроны, позитроны, нейтрино и фотоны. Отсюда следует, что, в конце концов, все, что состоит во Вселенной из протонов и нейтронов (а их не содержат только черные дыры), распадется на эти частицы. Вселенная превратится в смесь из них и черных дыр, и будет находиться в таком состоянии очень, очень долго. Когда-нибудь испарятся маленькие черные дыры, а вот с большими возникнут трудности. Фоновое излучение к тому времени будет очень холодным, но все же его температура останется чуть выше, чем у черных дыр. Однако по мере расширения Вселенной ситуация изменится — температура излучения станет ниже, чем на поверхности черных дыр, и те начнут испаряться, медленно уменьшаясь в размерах; на это потребуется примерно 10(100) лет. Затем Вселенную заполнят электроны и позитроны, которые, вращаясь, друг вокруг друга, образуют огромные «атомы». Но постепенно позитроны и электроны, двигаясь по спирали, столкнутся и аннигилируют, в результате чего останутся только фотоны. Во Вселенной не будет ничего, кроме излучения.

Мы рассмотрели судьбу как открытой, так и закрытой Вселенной. Что ее ждет, пока неизвестно. Если даже Вселенная когда-нибудь сколлапсирует, неизвестно, произойдет ли потом «отскок».

Одна из трудностей, на которую наталкивается традиционная теория Большого взрыва, - необходимость объяснить, откуда берется колоссальное количество энергии, требующееся для рождения частиц. Не так давно внимание ученых привлекла видоизмененная теория Большого взрыва, которая предлагает I ответ на этот вопрос. Она носит название теории раздувания, и была предложена в 1980 году сотрудником Массачусетского технологического института Аланом Гутом. Основное отличие теории раздувания от традиционной теории Большого взрыва заключается в описании периода с 10(-35) до 10(-32) с. По теории Гута примерно через 10(-35) с Вселенная переходит в состояние «псевдовакуума», при котором ее энергия исключительно велика. Из-за этого происходит чрезвычайно быстрое расширение, гораздо более быстрое, чем по теории Большого взрыва (оно называется раздуванием). Через 10(-35) с после образования Вселенная не содержала ничего кроме черных мини-дыр и «обрывков» пространства, поэтому при резком раздувании образовалась не одна вселенная, а множество, причем некоторые, возможно, были вложены друг в друга. Каждый из участков пены превратился в отдельную вселенную, и мы живем в одной из них. Отсюда следует, что может существовать много других вселенных, недоступных для нашего наблюдения.

Хотя в этой теории удается обойти ряд трудностей традиционной теории Большого взрыва, она и сама не свободна от недостатков. Например, трудно объяснить, почему, начавшись, раздувание, в конце концов, прекращается. От этого недостатка удалось освободиться в новом варианте теории раздувания, появившемся в 1981 году, но в нем тоже есть свои трудности.

**А был ли Большой Взрыв?**

Ученых давно волновал вопрос о существовании модели Вселенной без начала, модели, в которой Вселенная бесконечна стара. Модель такого рода, известную как модель «стабильного состояния» выдвинули в 1948 г. Германн Бонди, Томас Гоулд и Фред Хоил. Она описывает постоянно расширяющуюся Вселенную, не имеющую ни начала, ни конца, плотность вещества в ней имеет постоянную величину. Каким же образом система может расширяться и в то же время сохранять свою плотность неизменной? В модели «стабильного состояния» это достигается за счет непрерывного поступления нового вещества. Сформулировать процесс образования вещества, не нарушая закона сохранения массы энергии можно математически. Но эта модель обнаружила серьезные недочеты после открытия в 1964 г. А. Пензиасом и Р. Вильсоном микроволнового фонового излучения, однако, сегодня сторонники модели «стабильного состояния» считают, что это открытие не представляется столь противоречащим данной модели.

Открытие излучения расценивалось, как самое убедительное доказательство того, что Вселенная возникла в результате горячего большого взрыва, это основывалось на следующих соображениях: наблюдаемое излучение распределяется чрезвычайно равномерно без каких-либо «пятен», которые должны были возникнуть, если бы излучение поступало из большого числа отдельных источников; спектр этого излучения весьма схож со спектром идеального черного тела, черное тело – это замкнутое пространство с объектами, постоянно испускающими и поглощающими излучение, причем, излучение не покидает это пространство и не поступает в него извне. Согласно теории, в такой системе устанавливается четкое соотношение между соответствующей интенсивностью излучения и длинной его волны.

Оба эти свойства должны быть присуще моделям Вселенной, возникшей в результате Большого Взрыва, поэтому излучение стали рассматривать как остаточное явление ранней горячей Вселенной. Однако такое истолкование сталкивается с некоторыми трудностями.

Во-первых, наблюдаемый спектр не совпадает в точности со спектром чернотельного излучения. Такие небольшие отклонения от спектра черного тела нельзя игнорировать. Они были отмечены Д.П. Вудди и П.Л. Ричардсом в 1980 г. и до сих пор остаются нерешенной проблемой в модели Большого Взрыва. Вторая трудность заключается в чрезвычайной равномерности самого фона. В связи с этим возникают две проблемы. Во-первых, равномерность фонового излучения в небольших масштабах. Если, как утверждают, излучение представляет собой явление ранней горячей фазы, то оно должно нести на себе отпечаток изменений, которым подверглась Вселенной после этой фазы. Одним из важных изменений было образование галактик, т.е. появились сгустки вещества, и это должно было повлиять на фоновое излучение. Отсутствие таких сгустков, несмотря на неоднократные поиски их, вызывает недоумение у сторонников теории Большого Взрыва.

Вторая проблема, возникающая в связи с равномерным распределением излучения, известна как эффект горизонта. Когда мы проникаем взглядом в глубины Вселенной, мы наблюдаем ее прошлое, т.к. свет идущий от удаленных объектов, движется с конечной скоростью. Итак, если возраст Вселенной равен 15 миллиардов лет, то мы можем видеть объекты, удаленные от нас на 15 миллиардов световых лет. Однако фоновое излучение образовалось, когда возраст Вселенной едва насчитывал 300 тысяч лет. В то время объекты, удаленные друг от друга более чем на 300 тысяч световых лет, не сообщались друг с другом, поскольку самое быстрое средство общения (световой луч) не могло покрыть это расстояние. С другой стороны, существующая в настоящее время равномерность фонового излучения предполагает, что такие удаленные объекты характеризовались весьма сходной структурой и поведением. Чем же объяснить это сходство при отсутствии физического контакта?

Космологи, придерживаются теории Большого Взрыва, выдвигают теоретические предположения относительно ранней истории Вселенной, пытаясь понять эти таинственные свойства микроволнового фонового излучения. Но сторонники данной теории полагают, что поиск следует вести, а другом направлении и что микроволновый фон, в конечном счете, не имеет реликтового характера. Фоновое излучение заполняет вселенную на всех длинах волн. Как известно, все виды излучения за исключение микроволнового возникли недавно и не связаны с горячей стадией Большого Взрыва. В 60-70 г.г. группа ученых Фред Хойл, Чандра Викрамасингхе, В. С. Реддиш и др. утверждали, что микроволновое фоновое излучение может представлять собой переработанное излучение, поступающее главным образом от звезд. Такая переработка может осуществляться частицами пыли, если они в небольшом количестве присутствуют в межгалактическом пространстве. Эти ученые считают, что если будет найдено правдоподобное объяснение микроволнового фона, то позиции космологии Большого Взрыва будут существенно ослаблены.[[10]](#footnote-10)11 Таким образом, это еще один подход к сценарию Большого Взрыва.

**Заключение**

В данной работе я постарался рассмотреть вопросы, связанные с возникновением, дальнейшим существованием и концом Вселенной. Мною были рассмотрены теоретические доказательства и практические открытия астрономов, которые привели к формированию теории Большого Взрыва. Эта теория является самой распространенной в наши дни и предполагает, что Вселенная начала свое существование примерно 15-20 миллиардов лет назад. Хотя вопрос о возрасте Вселенной является проблематичным, несмотря на немалое количество методик определения этого возраста. Примерно 15-20 миллиардов лет назад Вселенная была малым, горячим и плотным объектом, затем произошел Большой Взрыв сопровождающийся огромным количеством энергии, и постепенно стали образовываться звезды, планеты и другие объекты. Сейчас Вселенная включает в себя 10 миллиардов галактик, объединенных в скопления и сверхскопления.

Но так как в теории Большого Взрыва есть ряд спорных моментов, то это вызывает интерес к альтернативным теориям, а именно - к теории «стабильного состояния», согласно которой у Вселенной не было начала и не будет конца. Теория утверждает, что плотность ее остается неизменной благодаря постоянному созданию нового вещества. Значит, Вселенная будет расширяться бесконечно. Но есть еще две теории. Согласно одной из них Вселенная прекратит расширение и стабилизируется, когда достигнет определенных размеров. По другой теории Вселенная перестанет расширяться, а затем под воздействием сил гравитации начнет сжиматься в одну точку.

Но, как мне представляется, теория Большого Взрыва на сегодняшний день наиболее аргументирована и вызывает больше доверия. Но альтернативные теории показывают, что главная космологическая проблема еще не решена.

**Список литературы**

Дж. Нарликар Гравитация без формул. – М.: Мир, 1985. – 148 с.

Белостоцкий Ю.Г. Единая основа Мироздания. – Спб., 2001. – 304 с.

Гуревич Л.Э. Чернин А.Д. Происхождение Галактик и звезд. – М.: Наука, 1987. – 191 с.

Новиков И.Д. Как Взорвалась Вселенная. – М.: Наука, 1988. – 175 с.

Новиков И.Д. Эволюция Вселенной. – М.: Наука, 1983. – 189 с.

Паркер Б. Мечта Эйнштейна, в поисках единой теории Вселенной. – Спб.: Амфора, 2001. – 333 с.

Т. Редже Этюды о Вселенной. – М.: Мир, 1985. – 189 с.

Хокинг С. Краткая история времени, от большого взрыва до черных дыр. – СПб.: Амфора, 2001. – 268 с.

Э. Глиссан Курьер Юнеско. 1984. №10

1. См.:Джон Гриббин Большой Взрыв // Курьер Юнеско. 1984. №10. С.5 [↑](#footnote-ref-1)
2. См.:Новиков И.Д. Как взорвалась Вселенная. – М.: Наука, 1988. С.21 [↑](#footnote-ref-2)
3. См.:Джон Гриббин Большой Взрыв // Курьер Юнеско. 1984. №10. С.7 [↑](#footnote-ref-3)
4. См.: Новиков И.Д. Эволюция Вселенной. – М.: Наука, 1983. С.109 [↑](#footnote-ref-4)
5. Паркер Б. Мечта Эйнштейна, в поисках единой теории Вселенной. – Спб.: Амфора, 2001. С.211 [↑](#footnote-ref-5)
6. Т. Редже Этюды о Вселенной. – М.: Мир, 1985. С. 35 [↑](#footnote-ref-6)
7. Т. Редже Этюды о Вселенной. – М.: Мир, 1985. С. 59 [↑](#footnote-ref-7)
8. См.:Зельдович Я.Б. Крупномасштабная структура Вселенной // Курьер Юнеско. 1984. №10. С.25 [↑](#footnote-ref-8)
9. 10 Паркер Б. Мечта Эйнштейна, в поисках единой теории Вселенной. – Спб.: Амфора, 2001. С. 203-204. [↑](#footnote-ref-9)
10. 11 См.:Джайанат В. Нарликар А был ли Большой Взрыв? // Курьер Юнеско. 1984. №10. С.15 [↑](#footnote-ref-10)