**К У Р С О В А Я Р А Б О Т А**

**по дисциплине «Концепция современного естествознания»**

**Тема: «Разбегание» галактик. Роль этого в эволюции Вселенной**

**Оглавление**

1.Введение ………………………………………………………….3-4 стр.

2.I. Так, что же есть Вселенная? ………………………………….5-8 стр.

3.II. Закон всеобщего «разбегания Галактик» …………..............9-22 стр.

4.III. Космические монстры ……………………………………23-26 стр.

5.IV. Что же ждет Вселенную в будущем? ….…………………27-29 стр.

6.Заключение ………………………………………………………30 стр.

**Введение**

О сколько нам открытий чудных

Готовят просвещенья дух

И опыт, сын ошибок трудных,

И гений, парадоксов друг,

И случай, бог изобретатель…

(А.С. Пушкин)

В природе очень много удивительного, и пытаться выделить самое главное занятие неблагодарное. Кто-то полагает, что Жизнь - самое удивительное в Природе, кто-то - что Разум. Если обратиться к неживой природе, то кто-то скажет об удивительных законах микромира, кто-то о процессах самоорганизации и хаосе. Но, наверное, если составлять список, то всегда в десятку самых удивительных феноменов будет попадать расширение Вселенной («разбегание» Галактик[[1]](#footnote-1)).

Нет человека, который бы в ясную, безлунную ночь, да ещё где-нибудь подальше от больших городов, не испытывал благоговейного восхищения, всматриваясь в бездонную пропасть Вселенной[[2]](#footnote-2), усеянную мириадами звёзд. Кажется, что картина эта вечна и неизменна. Но на самом деле Вселенная живёт своей таинственной, но бурной, а иногда и драматичной жизнью.

Открытия последних десятилетий позволяют нам более-менее полно представить картину мироздания. Итак, мы живём на планете Земля. Она входит в систему планет, обращающихся вокруг Солнца. Солнце – одна, и в общем то, рядовая звезда, которая входит в число звёзд, составляющих местную систему звёзд, образующих галактику Млечный путь. Таких (да и не только таких) галактик много. Одна из ближайших к нам – галактика Туманность Андромеды. Названа она так потому, что когда галактики ещё не были открыты, они считались туманностями. И находится она в созвездии Андромеды. Наша галактика и галактика Туманность Андромеды относятся к спиральным галактикам (Фото 1). Глядя на Туманность Андромеды, можно представить, что это наша галактика. Несколько десятков ближайших галактик составляют местную систему. Затем огромные просторы пустоты. Дальше обнаружены другие системы галактик. Размещены они как бы по пчелиным сотам. На фото 2 показан снимок, буквально усеянный галактиками. И так до предела возможностей наших астрономических инструментов.

Говорят, что пространство, а значит и Вселенная, бесконечны. И время не имеет ни начала, ни конца. Трудно здесь что либо возразить. Наверное, так оно и есть. В этом случае и число цивилизаций бесконечно. А здесь как бы и говорить не о чём. Тем не менее, есть основания поискать некоторые пределы в пространстве и времени, которые позволят говорить по крайней мере о нашей Вселенной. И такие пределы есть.

**I. Так, что же есть Вселенная?**

Вселенная - весь существующий материальный мир, безграничный во времени и пространстве и бесконечно разнообразный по формам, которые принимает материя в процессе своего развития. Вселенная, изучаемая астрономией, - часть материального мира, которая доступна исследованию астрономическими средствами, соответствующими достигнутому уровню развития (эту часть Вселенной называют Метагалактикой) (Советский энциклопедический словарь, издание 1990 года).

Ранее ученые полагали, что пространство, в котором находятся звезды, есть абсолютная пустота. Лишь отдельные астрономы время от времени поднимали вопрос о возможном поглощении света в межзвездной среде. И только в самом начале XX столетия немецкий астроном Гартман убедительно доказал, что пространство между звездами представляет собой отнюдь не мифическую пустоту. Оно заполнено газом, правда, с очень малой, но вполне определенной плотностью. Это выдающиеся открытие, так же как и многие другие, было сделано с помощью спектрального анализа.

Почти половину столетия межзвездный газ исследовался главным образом путем анализа образующихся в нем линий поглощения. Выяснилось, например, что довольно часто эти линии имеют сложную структуру, то есть состоят из нескольких близко расположенных друг к другу компонент. Каждая такая компонента возникает при поглощении света звезды в каком-нибудь определенном облаке межзвездной среды, причем облака движутся друг относительно друга со скоростью, близкой к 10 км/сек.

Химический состав межзвездного газа в первом приближении оказался довольно близким к химическому составу звезд. Преобладающими элементами являются водород и гелий, между тем как остальные элементы можно рассматривать как «примеси».

Межзвездный газ в галактиках обычно составляет несколько процентов от полной массы звезд. Больше всего газа встречается в неправильных галактиках (иногда до 50%) и меньше всего в эллиптических галактиках.

Межзвездная пыль лучше всего заметна в галактиках, диск которых виден нам с «ребра». Межзвездная пыль, находящаяся в плоскости диска, поглощает свет звезд, и галактика из-за этого кажется пересеченной темной полосой. Межзвездная пыль - это твердые микроскопические частицы вещества размером меньше микрона. Эти пылинки имеют сложный химический состав. Установлено, что пылинки имеют довольно вытянутую форму и в какой-то степени «ориентируются», то есть направления их вытянутости имеют тенденцию «выстраиваться» в данном облаке более или менее параллельно. По этой причине проходящий через тонкую среду звездный свет становится частично поляризованным.

Если по своему составу галактики сходны, то структура наблюдаемых галактик различна. Галактики, в основном, бывают трёх видов: эллиптические (E), спиральные (S) и неправильной формы (Ir), показанные на фото 3, 4 и 5. Бывают галактики и весьма причудливых форм (Фото 6).

Проще всего выглядят эллиптические галактики: они ровные, однородные по цвету и симметричные. Их почти совершенное строение наводит на мысль об их существенной простоте, и действительно, параметры эллиптических галактик оказалось легче измерить и подыскать под них теоретические модели, чем сделать это для более сложных родственников этих объектов.

Рассмотрим, например, строение типичной эллиптической галактики. В ее центре находится яркое ядро, окруженное размытым сиянием, яркость которого падает по мере удаления от центра. Как и у всех эллиптических галактик, падение яркости описывается простой математической формулой. Форма контура галактики тоже остается почти одинаковой на всех уровнях яркости. Все изофоты представляют собой почти идеальные эллипсы, центрированные в точности на ядро галактики. Направления больших осей и отношения большой оси к малой почти одинаковы у всех эллипсов.

Фундаментальная простота эллиптических галактик согласуется с предположением о том, что они управляются небольшим числом сил. Орбиты звезд гладкие и хорошо перемешаны и ничто, кроме гравитации, не влияет на их расположение, и никакое непрерывное звездообразование не разрушило их правильности.

В отличие от эллиптических галактик для спиральных характерно наличие диска и балджа (утолщения). Спиральные рукава уступают диску и балджу по количеству содержащихся в них звезд, хотя и являются важными и выдающимися частями галактики. Диск спиральной галактики довольно плоский. Видимые с ребра галактики говорят о том, что толщина типичного диска составляет около 1/10 его диаметра.

С помощью методов моделирования на ЭВМ было доказано, что спиральные галактики представляют собой быстро вращающиеся звездные системы. Причиной образования балдж, которые обладают большинством структурных свойств эллиптических галактик, является то, что звезды начинают образовываться сначала в центральных областях галактик, где плотность самая высокая.

Спиральная структура спиральных галактик возникает из-за того, что внутренняя часть галактики вращается со скоростью, отличной от скорости внешней части и рукава постепенно закручиваются в спиральный узор. Для галактик с возрастом, характерным для окружающих нас галактик, число оборотов узора должно быть очень большим - примерно равным возрасту, деленному на средний период вращения - около 100. Однако у реальных спиральных галактик - по крайней мере у тех, что имеют четкие непрерывные спиральные ветви, наблюдаемая закрутка спирального узора составляет лишь на один-два оборота. Встает вопрос: как это объяснить? Проблема до настоящего времени не разрешена. Ученые отдают предпочтение магнитной, волновой и взрывной гипотезам, учитывающим астрофизическую сторону проблемы.

У многих спиральных галактик есть еще одна замечательная структурная особенность - концентрация звезд в форме бруска (бара), пересекающая ядро и простирающаяся симметричным образом в обе стороны. Данные измерений скоростей в них показывают, что бары вращаются вокруг ядра как твердые тела, хотя, разумеется, они на самом деле состоят из отдельных звезд и газа. Бары, встречающиеся в галактиках типа S0 или Sa, более ровные и состоят исключительно из звезд, в то время как бары в галактиках типов Sb, Sc и Irr часто содержат много газа и пыли. Все еще идут споры о движениях газа в этих барах. Некоторые данные свидетельствуют о том, что газ течет наружу вдоль бара, а по другим данным, он течет внутрь. В любом случае, существование баров не удивляет астрономов, изучающих динамику галактик. Численные модели показывают, что неустойчивости в диске вращающейся галактики могут проявляться в форме бара, напоминающего наблюдаемые.

Одна из задач современной астрономии - понять, как образовались галактики и как они эволюционируют. Во времена Э.Хаббла и Х.Шепли было заманчиво верить в то, что типы галактик соответствуют разным стадиям их развития. Однако эта гипотеза оказалась неверной, и задача реконструкции историй жизни галактик оказалась трудной. Самой же трудной оказалась проблема первоначального возникновения галактик.

Большинство принятых в настоящее время космологических моделей предполагает общее расширение, начиная с нулевого момента времени, который называют «большим взрывом» или английским термином Big Bang (сразу же после которого Вселенная имеет исключительно высокие плотность и температуру). Физические процессы, описывающие первичный взрыв в этих моделях, могут быть довольно надежно прослежены до момента, когда плотность и температура становятся достаточно низкими, чтобы стало возможным образование галактик. Примерно 1 миллион лет потребовался для того, чтобы Вселенная расширилась и остыла настолько, что вещество стало играть в ней важную роль. До этого преобладало излучение, и сгустки вещества, такие как звезды или галактики, не могли образовываться. Однако, когда температура стала равной примерно 3000 К, а плотность - около 10-21 г/см3 вещество, наконец, смогло формироваться.

**II. Закон всеобщего «разбегания» галактик**

В 1929 году астроном Эдвин Хаббл сформулировал закон всеобщего «разбегания» галактик, получивший затем его имя: чем дальше от нас звезда, тем быстрее она удаляется.

В математическое выражение закона входит постоянная Хаббла, коэффициент, связывающий расстояние до объекта со скоростью его удаления. Впоследствии различные исследователи корректировали значение постоянной, но с 50-х годов до настоящего времени она оставалась неизменной. Однако недавно астрономы из Университета Огайо вновь подвергли сомнению значение коэффициента, подсчитав по разработанной ими новой методике расстояние до спиральной галактики в созвездии Треугольник, которое оказалось несколько большим, чем показывали предыдущие расчеты. Таким образом, результаты исследования указывают, что постоянная Хаббла должна быть на 15% меньше утвердившегося значения.

Остановимся и рассмотрим данный вопрос более подробно.

Если в ясную безлунную ночь посмотреть на небо, то самыми яркими объектами будут планеты Венера, Марс, Юпитер и Сатурн. Кроме того, мы увидим огромное количество звезд, похожих на наше Солнце, но находящихся гораздо дальше от нас. При обращении Земли вокруг Солнца некоторые из этих «неподвижных» звезд чуть-чуть меняют свое положение относительно друг друга, т. е. на самом деле они вовсе не неподвижны! Дело в том, что они несколько ближе к нам, чем другие. Поскольку же Земля вращается вокруг Солнца, близкие звезды видны все время в разных точках фона более удаленных звезд. Благодаря этому можно непосредственно измерить расстояние от нас до этих звезд: чем они ближе, тем сильнее заметно их перемещение. Самая близкая звезда, называемая Проксимой Центавра, находится от нас на расстоянии приблизительно четырех световых лет (т. е. свет от нее идет до Земли около четырех лет), или около 37 миллионов миллионов километров. Большинство звезд, видимых невооруженным глазом, удалены от нас на несколько сотен световых лет. Сравните это с расстоянием до нашего Солнца, составляющим всего восемь световых минут! Видимые звезды рассыпаны по всему ночному небу, но особенно густо в той полосе, которую мы называем Млечным Путем. Еще в 1750 г. некоторые астрономы высказывали мысль, что существование Млечного Пути объясняется тем, что большая часть видимых звезд образует одну дискообразную конфигурацию - пример того, что сейчас называется спиральной галактикой. Лишь через несколько десятилетий астроном Уильям Гершель подтвердил это предположение, выполнив колоссальную работу по составлению каталога положений огромного количества звезд и расстояний до них. Но даже после этого представление о спиральных галактиках было принято всеми лишь в начале нашего века.

Современная картина Вселенной возникла только в 1924 г., когда американский астроном Эдвин Хаббл показал, что наша Галактика не единственная. На самом деле существует много других галактик, разделенных огромными областями пустого пространства. Для доказательства Хабблу требовалось определить расстояния до этих галактик, которые настолько велики, что, в отличие от положений близких звезд, видимые положения галактик действительно не меняются. Поэтому для измерения расстояний Хаббл был вынужден прибегнуть к косвенным методам. Видимая яркость звезды зависит от двух факторов: от того, какое количество света излучает звезда (ее светимости), и от того, где она находится. Яркость близких звезд и расстояние до них мы можем измерить; следовательно, мы можем вычислить и их светимость. И наоборот, зная светимость звезд в других галактиках, мы могли бы вычислить расстояние до них, измерив их видимую яркость, Хаббл заметил, что светимость некоторых типов звезд всегда одна и та же, когда они находятся достаточно близко для того, чтобы можно было производить измерения. Следовательно, рассуждал Хаббл, если такие звезды обнаружатся в другой галактике, то, предположив у них такую же светимость, мы сумеем вычислить расстояние до этой галактики. Если подобные расчеты для нескольких звезд одной и той же галактики дадут один и тот же результат, то полученную оценку расстояния можно считать надежной.

Таким путем Хаббл рассчитал расстояния до девяти разных галактик. Теперь известно, что наша Галактика - одна из нескольких сотен тысяч миллионов галактик, которые можно наблюдать в современные телескопы, а каждая из этих галактик в свою очередь содержит сотни тысяч миллионов звезд.

Наша Галактика имеет около ста тысяч световых лет в поперечнике. Она медленно вращается, а звезды в ее спиральных рукавах каждые несколько сотен миллионов лет делают примерно один оборот вокруг ее центра. Наше Солнце представляет собой обычную желтую звезду средней величины, расположенную на внутренней стороне одного из спиральных рукавов.

Звезды находятся так далеко от нас, что кажутся просто светящимися точками в небе. Мы не различаем ни их размеров, ни формы. Как же можно говорить о разных типах звезд? Для подавляющего большинства звезд существует только одно характерное свойство, которое можно наблюдать - это цвет идущего от них света. Ньютон открыл, что, проходя через трехгранный кусок стекла, называемый призмой, солнечный свет разлагается, как в радуге, на цветовые компоненты (спектры). Настроив телескоп на какую-нибудь отдельную звезду или галактику, можно аналогичным образом разложить в спектр свет, испускаемый этой звездой или галактикой. Разные звезды имеют разные спектры, но относительная яркость разных цветов всегда в точности такая же, как в свете, который излучает какой-нибудь раскаленный докрасна предмет. (Свет, излучаемый раскаленным докрасна непрозрачным предметом, имеет очень характерный спектр, зависящий только от температуры предмета - тепловой спектр, поэтому мы можем определить температуру звезды по спектру излучаемого ею света). Кроме того, мы обнаружим, что некоторые очень специфические цвета вообще отсутствуют в спектрах звезд, причем отсутствующие цвета разные для разных звезд. Поскольку, как мы знаем, каждый химический элемент поглощает свой определенный набор характерных цветов, мы можем сравнить их с теми цветами, которых нет в спектре звезды, и таким образом точно определить, какие элементы присутствуют в ее атмосфере.

В 20-х годах, когда астрономы начали исследование спектров звезд других галактик, обнаружилось нечто еще более странное: в нашей собственной Галактике оказались те же самые характерные наборы отсутствующих цветов, что и у звезд, но все они были сдвинуты на одну и ту же величину к красному концу спектра. Чтобы понять смысл сказанного, следует сначала разобраться с эффектом Доплера. Как мы знаем, видимый свет - это колебания электромагнитного поля. Частота (число волн в одну секунду) световых колебаний чрезвычайно высока - от четырехсот до семисот миллионов миллионов волн в секунду. Человеческий глаз воспринимает свет разных частот как разные цвета, причём самые низкие частоты - соответствуют красному концу спектра, самые высокие - фиолетовому. Представим себе источник света, расположенный на фиксированном расстоянии от нас (например, звезду), излучающий с постоянной частотой световые волны. Очевидно, что частота приходящих волн будет такой же, как та, с которой они излучаются (пусть гравитационное поле галактики невелико и его влияние несущественно). Предположим теперь, что источник начинает двигаться в нашу сторону. При испускании следующей волны источник окажется ближе к нам, а потому время, за которое гребень этой волны до нас дойдет, будет меньше, чем в случае неподвижной звезды. Стало быть, время между гребнями двух пришедших волн будет меньше, а число волн, принимаемых нами за одну секунду (т.е. частота), будет больше, чем когда звезда была неподвижна. При удалении же источника частота приходящих волн будет меньше. Это означает, что спектры удаляющихся звезд будут сдвинуты к красному концу (красное смещение), а спектры приближающихся звезд должны испытывать фиолетовое смещение. Такое соотношение между скоростью и частотой называется эффектом Доплера, и этот эффект обычен даже в нашей повседневной жизни. Прислушайтесь к тому, как идет по шоссе машина: когда она приближается, звук двигателя выше (т. е. выше частота испускаемых им звуковых волн), а когда, проехав мимо, машина начинает удаляться, звук становится ниже. Световые волны и радиоволны ведут себя аналогичным образом. Эффектом Доплера пользует милиция, определяя издалека скорость движения автомашин по частоте радиосигналов, отражающихся от них.

Доказав, что существуют другие галактики, Хаббл все последующие годы посвятил составлению каталогов расстояний до этих галактик и наблюдению их спектров. В то время большинство ученых считали, что движение галактик происходит случайным образом и поэтому спектров, смещенных в красную сторону, должно наблюдаться столько же, сколько и смещенных в фиолетовую. Каково же было удивление, когда у большей части галактик обнаружилось красное смещение[[3]](#footnote-3) спектров, т. е. оказалось, что почти все галактики удаляются от нас! Еще более удивительным было открытие, опубликованное Хабблом в 1929 г.: Хаббл обнаружил, что даже величина красного смещения не случайна, а прямо пропорциональна расстоянию от нас до галактики. Иными словами, чем дальше находится галактика, тем быстрее она удаляется! А это означало, что Вселенная не может быть статической, как думали раньше, что на самом деле она непрерывно расширяется и расстояния между галактиками все время растут.

Открытие расширяющейся Вселенной было одним из великих интеллектуальных переворотов двадцатого века. Задним числом мы можем лишь удивляться тому, что эта идея не пришла никому в голову раньше. Ньютон и другие ученые должны были бы сообразить, что статическая Вселенная вскоре обязательно начала бы сжиматься под действием гравитации. Но предположим, что Вселенная, наоборот, расширяется. Если бы расширение происходило достаточно медленно, то под действием гравитационной силы оно в конце концов прекратилось бы и перешло в сжатие. Однако если бы скорость расширения превышала некоторое критическое значение, то гравитационного взаимодействия не хватило бы, чтобы остановить расширение, и оно продолжалось бы вечно. Все это немного напоминает ситуацию, возникающую, когда с поверхности Земли запускают вверх ракету. Если скорость ракеты не очень велика, то из-за гравитации она в конце концов остановится и начнет падать обратно. Если же скорость ракеты больше некоторой критической (около одиннадцати километров в секунду), то гравитационная сила не сможет ее вернуть и ракета будет вечно продолжать свое движение от Земли. Расширение Вселенной могло быть предсказано на основе ньютоновской теории тяготения в XIX, XVIII и даже в конце XVII века. Однако вера в статическую Вселенную была столь велика, что жила в умах еще в начале XX века. Даже Эйнштейн, разрабатывая в 1915 г. общую теорию относительности, был уверен в статичности Вселенной. Чтобы не вступать в противоречие со статичностью, Эйнштейн модифицировал свою теорию, введя в уравнения так называемую космологическую постоянную. Он ввел новую «антигравитационную» силу, которая в отличие от других сил не порождалась каким-либо источником, а была заложена в саму структуру пространства-времени. Эйнштейн утверждал, что пространство-время само по себе всегда расширяется и этим расширением точно уравновешивается притяжение всей остальной материи во Вселенной, так что в результате Вселенная оказывается статической. По-видимому, лишь один человек полностью поверил в общую теорию относительности: пока Эйнштейн и другие физики думали над тем, как обойти нестатичность Вселенной, предсказываемую этой теорией, русский физик и математик А. А. Фридман, наоборот, занялся ее объяснением.

Фридман сделал два очень простых исходных предположения: во-первых, Вселенная выглядит одинаково, в каком бы направлении мы ее ни наблюдали, и, во-вторых, это утверждение должно оставаться справедливым и в том случае, если бы мы производили наблюдения из какого-нибудь другого места. Не прибегая ни к каким другим предположениям, Фридман показал, что Вселенная не должна быть статической. В 1922 г., за несколько лет до открытия Хаббла, Фридман в точности предсказал его результат!

Предположение об одинаковости Вселенной во всех направлениях на самом деле, конечно, не выполняется. Как мы, например, уже знаем, другие звезды в нашей Галактике образуют четко выделяющуюся светлую полосу, которая идет по всему небу ночью - Млечный Путь. Но если говорить о далеких галактиках, то их число во всех направлениях примерно одинаково. Следовательно, Вселенная действительно «примерно» одинакова во всех направлениях - при наблюдении в масштабе, большем по сравнению с расстоянием между галактиками, когда отбрасываются мелкомасштабные различия.

Долгое время это было единственным обоснованием гипотезы Фридмана как «грубого» приближения к реальной Вселенной. Но потом по некой случайности выяснилось, что гипотеза Фридмана и в самом деле дает удивительно точное описание нашей Вселенной.

В 1965 г. два американских физика, Арно Пензиас и Роберт Вильсон, работавших на фирме Bell Laboratories в штате Нью-Джерси, испытывали очень чувствительный «микроволновый», т. е. сверхвысокочастотный (СВЧ), детектор. (Микроволны - это то же, что и световые волны, но их частота всего лишь десять тысяч миллионов волн в секунду.) Пензиас и Вильсон заметили, что уровень шума, регистрируемого их детектором, выше, чем должно быть. Этот шум не был направленным, приходящим с какой-то определенной стороны. Сначала названные исследователи обнаружили в детекторе птичий помет и пытались объяснить эффект другими причинами подобного рода, но потом все такие «факторы» были исключены. Они знали, что любой шум, приходящий из атмосферы, всегда сильнее не тогда, когда детектор направлен прямо вверх, а когда он наклонен, потому что лучи света, идущие из-за горизонта, проходят через значительно более толстые слои атмосферы, чем лучи, попадающие в детектор прямо сверху. «Лишний» же шум одинаков, куда бы ни направлять детектор. Следовательно, источник шума должен находиться за пределами атмосферы. Шум был одинаковым и днем, и ночью, и вообще в течение года, несмотря на то, что Земля вращается вокруг своей оси и продолжает свое вращение вокруг Солнца. Это означало, что источник излучения находится за пределами Солнечной системы и даже за пределами нашей Галактики, ибо в противном случае интенсивность излучения изменялась бы, поскольку в связи с движением Земли детектор меняет свою ориентацию. Как мы знаем, по пути к нам излучение проходит почти через всю наблюдаемую Вселенную. Коль скоро же оно одинаково во всех направлениях, то, значит, и сама Вселенная одинакова во всех направлениях, по крайней мере в крупном масштабе. Теперь нам известно, что, в каком бы направлении мы ни производили наблюдения, этот шум изменяется не больше, чем на одну десятитысячную. Так Пензиас и Вильсон, ничего не подозревая, дали удивительно точное подтверждение первого предположения Фридмана.

Приблизительно в это же время два американских физика из расположенного по соседству Принстонского университета, Боб Дикке и Джим Пиблс, тоже занимались исследованием микроволн. Они проверяли предположение Джорджа Гамова (бывшего ученика А. А. Фридмана) о том, что ранняя Вселенная была очень горячей, плотной и раскаленной добела. Дикке и Пиблс высказали ту мысль, что мы можем видеть свечение ранней Вселенной, ибо свет, испущенный очень далекими ее областями, мог бы дойти до нас только сейчас. Но из-за расширения Вселенной красное смещение светового спектра должно быть так велико, что дошедший до нас свет будет уже микроволновым (СВЧ) излучением. Дикке и Пиблс готовились к поиску такого излучения, когда Пензиас и Вильсон, узнав о работе Дикке и Пиблса, сообразили, что они его уже нашли. Зa этот эксперимент Пензиас и Вильсон были удостоены Нобелевской премии 1978 г. (что было не совсем справедливо, если вспомнить о Дикке и Пиблсе, не говоря уже о Гамове!).

На первый взгляд, тот факт, что Вселенная кажется нам одинаковой во всех направлениях, может говорить о какой-то выделенности нашего местоположения во Вселенной. В частности, раз мы видим, что все остальные галактики удаляются от нас, значит, мы находимся в центре Вселенной. Но есть и другое объяснение: Вселенная будет выглядеть одинаково во всех направлениях и в том случае, если смотреть на нее из какой-нибудь другой галактики. Это вторая гипотеза Фридмана. Нет научных доводов ни за, ни против этого предположения, и его приняли, так сказать, из скромности: было бы крайне странно, если бы Вселенная казалась одинаковой во всех направлениях только вокруг нас, а в других ее точках этого не было! В модели Фридмана все галактики удаляются друг от друга. Это вроде бы как надутый шарик, на который нанесены точки, если его все больше надувать. Расстояние между любыми двумя точками увеличивается, но ни одну из них нельзя назвать центром расширения. Притом, чем больше расстояние между точками, тем быстрее они удаляются друг от друга. Но и в модели Фридмана скорость, с которой любые две галактики удаляются друг от друга, пропорциональна расстоянию между ними. Таким образом, модель Фридмана предсказывает, что красное смещение галактики должно быть прямо пропорционально ее удаленности от нас, в точном соответствии с открытием Хаббла. Несмотря на успех этой модели и на согласие ее предсказаний с наблюдениями Хаббла, работа Фридмана оставалась неизвестной на западе, и лишь в 1935 г. американский физик Говард Робертсон и английский математик Артур Уолкер предложили сходные модели в связи с открытием Хаббла.

Сам Фридман рассматривал только одну модель, но можно указать три разные модели, для которых выполняются оба фундаментальных предположения Фридмана. В модели первого типа (открытой самим Фридманом) Вселенная расширяется достаточно медленно для того, чтобы в силу гравитационного притяжения между различными галактиками расширение Вселенной замедлялось и в конце концов прекращалось. После этого галактики начинают приближаться друг к другу, и Вселенная начинает сжиматься. Расстояние возрастает от нуля до некоего максимума, а потом опять падает до нуля.

В модели второго типа расширение Вселенной происходит так быстро, что гравитационное притяжение, хоть и замедляет расширение, но не может его остановить. Галактики удаляются друг от друга с постоянной скоростью.

И модель третьего типа, в которой скорость расширения Вселенной только-только достаточна для того, чтобы избежать сжатия до нуля (коллапса). В этом случае расстояние между галактиками тоже сначала равно нулю, а потом все время возрастает. Правда, галактики «разбегаются» все с меньшей и меньшей скоростью, но она никогда не падает до нуля.

Модель Фридмана первого типа удивительна тем, что в ней Вселенная не бесконечна в пространстве, хотя пространство не имеет границ. Гравитация настолько сильна, что пространство, искривляясь, замыкается с самим собой, уподобляясь земной поверхности. Ведь, перемещаясь в определенном направлении по поверхности Земли, вы никогда не натолкнетесь на абсолютно непреодолимую преграду, не вывалитесь через край и, в конце концов, вернетесь в ту же самую точку, откуда вышли. В первой модели Фридмана пространство такое же, но только вместо двух измерений поверхность Земли имеет три измерения. Четвертое измерение, время, тоже имеет конечную протяженность, но оно подобно отрезку прямой, имеющему начало и конец. При объединении общей теории относительности с квантовомеханическим принципом неопределенности, оказывается, что и пространство, и время могут быть конечными, не имея при этом ни краев, ни границ.

Мысль о том, что можно обойти вокруг Вселенной и вернуться в то же место, годится для научной фантастики, но не имеет практического значения, ибо, как можно показать, Вселенная успеет сжаться до нуля до окончания обхода. Чтобы вернуться в исходную точку до наступления конца Вселенной, пришлось бы передвигаться со скоростью, превышающей скорость света, а это невозможно!

В первой модели Фридмана (в которой Вселенная расширяется и сжимается) пространство искривляется, замыкаясь само на себя, как поверхность Земли. Поэтому размеры его конечны. Во второй же модели, в которой Вселенная расширяется бесконечно, пространство искривлено иначе, как поверхность седла. Таким образом, во втором случае пространство бесконечно. Наконец, в третьей модели Фридмана (с критической скоростью расширения) пространство плоское (и, следовательно, тоже бесконечное).
Но какая же из моделей Фридмана годится для нашей Вселенной? Перестанет ли Вселенная наконец расширяться и начнет сжиматься или же будет расширяться вечно? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно знать нынешнюю скорость расширения Вселенной и ее среднюю плотность. Если плотность меньше некоторого критического значения, зависящего от скорости расширения, то гравитационное притяжение будет слишком мало, чтобы остановить расширение. Если же плотность больше критической, то в какой-то момент в будущем из-за гравитации расширение Вселенной прекратится и начнется сжатие.

Сегодняшнюю скорость расширения Вселенной можно определить, измеряя (по эффекту Доплера) скорости удаления от нас других галактик. Такие измерения можно выполнить очень точно. Но расстояния до других галактик нам плохо известны, потому что их нельзя измерить непосредственно. Мы знаем лишь, что Вселенная расширяется за каждую тысячу миллионов лет на 5-10%. Однако неопределенность в современном значении средней плотности Вселенной еще больше. Если сложить массы всех наблюдаемых звезд в нашей и в других галактиках, то даже при самой низкой оценке скорости расширения сумма окажется меньше одной сотой той плотности, которая необходима для того, чтобы расширение Вселенной прекратилось. Однако и в нашей, и в других галактиках должно быть много «темной материи», которую нельзя видеть непосредственно, но о существовании которой мы узнаем по тому, как ее гравитационное притяжение влияет на орбиты звезд в галактиках. Кроме того, галактики в основном наблюдаются в виде скоплений, и мы можем аналогичным образом сделать вывод о наличии еще большего количества межгалактической темной материи внутри этих скоплений, влияющего на движение галактик. Сложив массу всей темной материи, мы получим лишь одну десятую того количества, которое необходимо для прекращения расширения. Но нельзя исключить возможность существования и какой-то другой формы материи, распределенной равномерно по всей Вселенной и еще не зарегистрированной, которая могла бы довести среднюю плотность Вселенной до критического значения, необходимого, чтобы остановить расширение.

Таким образом, имеющиеся данные говорят о том, что Вселенная, вероятно, будет расширяться вечно. Единственное, в чем можно быть совершенно уверенным, так это в том, что если сжатие Вселенной все-таки произойдет, то никак не раньше, чем через десять тысяч миллионов лет, ибо по крайней мере столько времени она уже расширяется. Но это не должно нас слишком сильно тревожить: к тому времени, если мы не переселимся за пределы Солнечной системы, человечества давно уже не будет - оно угаснет вместе с Солнцем!

Все варианты модели Фридмана имеют то общее, что в какой-то момент времени в прошлом (десять - двадцать тысяч миллионов лет назад) расстояние между соседними галактиками должно было равняться нулю. В этот момент, который называется большим взрывом, плотность Вселенной и кривизна пространства-времени должны были быть бесконечными. Поскольку математики реально не умеют обращаться с бесконечно большими величинами, это означает, что, согласно общей теории относительности (на которой основаны решения Фридмана), во Вселенной должна быть точка, в которой сама эта теория неприменима. Такая точка в математике называется особой (сингулярной). Все наши научные теории основаны на предположении, что пространство-время гладкое и почти плоское, а потому все эти теории неверны в сингулярной точке большого взрыва, в которой кривизна пространства-времени бесконечна. Следовательно, даже если бы перед большим взрывом происходили какие-нибудь события, по ним нельзя было бы спрогнозировать будущее, так как в точке большого взрыва возможности предсказания свелись бы к нулю. Точно так же, зная только то, что произошло после большого взрыва (а мы знаем только это), мы не сможем узнать, что происходило до него. События, которые произошли до большого взрыва, не могут иметь никаких последствий, касающихся нас, и поэтому не должны фигурировать в научной модели Вселенной. Следовательно, нужно исключить их из модели и считать началом отсчета времени момент большого взрыва.

Мысль о том, что у времени было начало, многим не нравится, возможно, тем, что в ней есть намек на вмешательство божественных сил[[4]](#footnote-4). В связи с этим известно несколько попыток обойтись без большого взрыва. Наибольшую поддержку получила модель стационарной Вселенной. Ее авторами (1948) были X. Бонди и Т. Гоулд, бежавшие из оккупированной нацистами Австрии, и англичанин Ф. Хойл, который во время войны работал с ними над проблемой радиолокации. Их идея состояла в том, что по мере «разбегания» галактик на освободившихся местах из нового непрерывно рождающегося вещества все время образуются новые галактики. Следовательно, Вселенная должна выглядеть примерно одинаково во все моменты времени и во всех точках пространства. Конечно, для непрерывного «творения» вещества требовалась некоторая модификация теории относительности, но нужная скорость творения оказывалась столь малой (одна частица на кубический километр в год), что не возникало никаких противоречий с экспериментом. Стационарная модель - это пример хорошей научной теории: она простая и дает определенные предсказания, которые можно проверять путем наблюдений. Одно из ее предсказаний таково: должно быть постоянным число галактик и других аналогичных объектов в любом заданном объеме пространства независимо от того, когда и где во Вселенной производятся наблюдения.

В конце 50-х - начале 60-х годов астрономы из Кембриджского университета под руководством М. Райла (который во время войны вместе с Бонди, Гоулдом и Хойлом тоже занимался разработкой радиолокации) составили каталог источников радиоволн, приходящих из внешнего пространства. Эта кембриджская группа показала, что большая часть этих радиоисточников должна находиться вне нашей Галактики (многие источники можно было отождествить даже с другими галактиками) и, кроме того, что слабых источников гораздо больше, чем сильных. Слабые источники интерпретировались как более удаленные, а сильные - как те, что находятся ближе. Далее, оказалось, что число обычных источников в единице объема в удаленных областях больше, чем вблизи. Это могло означать, что мы находимся в центре огромной области Вселенной, в которой меньше источников, чем в других местах. Но возможно было и другое объяснение: в прошлом, когда радиоволны начали свой путь к нам, источников было больше, чем сейчас. Оба эти объяснения противоречат предсказаниям теории стационарной Вселенной. Кроме того, микроволновое излучение, обнаруженное в 1965 г. Пензиасом и Вильсоном, тоже указывало на большую плотность Вселенной в прошлом, и поэтому от модели стационарной Вселенной пришлось отказаться.

В 1963 г. два советских физика, Е. М. Лифшиц и И. М. Халатников, сделали еще одну попытку исключить большой взрыв, а с ним и начало времени. Лифшиц и Халатников высказали предположение, что большой взрыв - особенность лишь моделей Фридмана, которые, в конце концов, дают лишь приближенное описание реальной Вселенной. Не исключено, что из всех моделей, в какой-то мере описывающих существующую Вселенную, сингулярность в точке большого взрыва возникает только в моделях Фридмана. Согласно Фридману, все галактики удаляются в прямом направлении друг от друга, и поэтому нет ничего удивительного в том, что когда-то в прошлом все они находились в одном месте. Однако, в реально существующей Вселенной галактики никогда не расходятся точно по прямой: обычно у них есть еще и небольшие составляющие скорости, направленные под углом. Поэтому на самом деле галактикам не нужно находиться точно в одном месте - достаточно, чтобы они были расположены очень близко друг к другу. Тогда нынешняя расширяющаяся Вселенная могла возникнуть не в сингулярной точке большого взрыва, а на какой-нибудь более ранней фазе сжатия; может быть, при сжатии Вселенной столкнулись друг с другом не все частицы. Какая-то доля их могла пролететь мимо друг друга и снова разойтись в разные стороны, в результате чего и происходит наблюдаемое сейчас расширение Вселенной. Как тогда определить, был ли началом Вселенной большой взрыв? Лифшиц и Халатников занялись изучением моделей, которые в общих чертах были бы похожи на модели Фридмана, но отличались от фридмановских тем, что в них учитывались нерегулярности и случайный характер реальных скоростей галактик во Вселенной. В результате Лифшиц и Халатников показали, что в таких моделях большой взрыв мог быть началом Вселенной даже в том случае, если галактики не всегда разбегаются по прямой, но это могло выполняться лишь для очень ограниченного круга моделей, в которых движение галактик происходит определенным образом. Поскольку же моделей фридмановского типа, не содержащих большой взрыв, бесконечно больше, чем тех, которые содержат такую сингулярность, Лифшиц и Халатников утверждали, что на самом деле большого взрыва не было. Однако позднее они нашли гораздо более общий класс моделей фридмановского типа, которые содержат сингулярности и в которых вовсе не требуется, чтобы галактики двигались каким-то особым образом. Поэтому в 1970 г. Лифшиц и Халатников отказались от своей теории.
Тем не менее, их работа имела очень важное значение, ибо показала, что если верна общая теория относительности, то Вселенная могла иметь особую точку, большой взрыв. Но эта работа не давала ответа на главный вопрос: следует ли из общей теории относительности, что у Вселенной должно было быть начало времени - большой взрыв?

Ответ на этот вопрос был получен при совершенно другом подходе, предложенном в 1965 г. английским математиком и физиком Роджером Пенроузом. Исходя из поведения световых конусов в общей теории относительности и того, что гравитационные силы всегда являются силами притяжения, Пенроуз показал, что когда звезда сжимается под действием собственных сил гравитации, она ограничивается областью, поверхность которой, в конце концов, сжимается до нуля. А раз поверхность этой области сжимается до нуля, то же самое должно происходить и с ее объемом. Все вещество звезды будет сжато в нулевом объеме, так что ее плотность и кривизна пространства-времени станут бесконечными. Иными словами, возникнет сингулярность в некой области пространства-времени, называемая черной дырой[[5]](#footnote-5).

Несмотря на то, что теорема Пенроуза относилась, на первый взгляд, только к звездам, С. Хокинг, автор книги «От Большого Взрыва до черных дыр», прочитав в 1965 г. о теореме Пенроуза, согласно которой любое тело в процессе гравитационного коллапса должно в конце концов сжаться в сингулярную точку, понял, что если в этой теореме изменить направление времени на обратное, так чтобы сжатие перешло в расширение, то эта теорема тоже будет верна, коль скоро Вселенная сейчас хотя бы грубо приближенно описывается в крупном масштабе моделью Фридмана. По соображениям технического характера в теорему Пенроуза было введено в качестве условия требование, чтобы Вселенная была бесконечна в пространстве. Поэтому на основании этой теоремы Хокинг мог доказать лишь, что сингулярность должна существовать, если расширение Вселенной происходит достаточно быстро, чтобы не началось повторное сжатие (ибо только такие фридмановские модели бесконечны в пространстве). Потом Хокинг несколько лет разрабатывал новый математический аппарат, который позволил бы устранить это и другие технические условия из теоремы о необходимости сингулярности. В итоге в 1970 г. Хокинг с Пенроузом написали совместную статью, в которой наконец доказали, что сингулярная точка большого взрыва должна существовать, опираясь только на то, что верна общая теория относительности и что во Вселенной содержится столько вещества, сколько мы видим.

Красное смещение, обусловленное эффектом Доплера, возникает в том случае, когда движение источника света относительно наблюдателя приводит к увеличению расстояния между ними. В релятивистском случае, когда скорость движения источника сравнима со скоростью света, красное смещение может возникнуть и в том случае, если расстояние между движущимся источником и приёмником не изменяется (поперечный эффект Доплера). Красное смещение, возникающее при этом, интерпретируется как результат релятивистского «замедления» времени на источнике по отношению к наблюдателю. Гравитационное красное смещение возникает, когда приёмник света находится в области с меньшим (по модулю) гравитационным потенциалом, чем источник. В классической интерпретации этого эффекта фотоны теряют часть энергии на преодоление сил гравитации. В результате характеризующая фотон частота уменьшается, а длина волны излучения растёт. Примером гравитационного красного смещения может служить наблюдаемое смещение линий в спектрах плотных звёзд – белых карликов. Наибольшие красные смещения наблюдаются в спектрах далёких внегалактических объектов - галактик и квазаров[[6]](#footnote-6) - и интерпретируются как следствие расширения Вселенной.

При проведении спектральных исследований (в 1912 году) спиральных и эллиптических «туманностей» ожидалось, что если они действительно расположены за пределами нашей Галактики, то они не участвуют в её вращении и поэтому их лучевые скорости будут свидетельствовать о движении Солнца. Ожидалось, что эти скорости будут порядка 200 – 300 км/с, т. е. будут соответствовать скорости движения Солнца вокруг центра Галактики.

Однако лучевые скорости Галактик оказались гораздо больше, они составляли от 1200 км/с до 60900 км/с. В 1929 году Э. Хаббл уже имел возможность сопоставить скорость движения галактики V с расстоянием до неё r для 36 объектов. Оказалось, что эти две величины связаны условием прямой пропорциональности:

V= Hr

Это выражение получило название закона Хаббла, а постоянная H - постоянной Хаббла. Её численное значение Хаббл в 1929 году определил в 500 км/(с\*Мпк). Однако он ошибся. После многократных исправлений и уточнений этих расстояний значение постоянной Хаббла сейчас принимается равным 50 км/(с\*Мпк). Закон Хаббла используется для определения расстояний до далёких галактик и квазаров.

Если галактики разбегаются, то это значит, что раньше они были ближе друг к другу, иначе вся Вселенная вообще была сжата если не в точку, то в нечто очень маленькое, а потом последовал «большой взрыв». Зная скорость разбегания галактик после «большого взрыва», можно подсчитать и время, которое прошло со времени «взрыва». Проблема подсчёта этого времени не так уж и проста. Несмотря на очень сложные подсчеты никто до сих пор точного ответа не дал, однако в общем учёные сходятся на времени от 13 до 20 миллиардов лет.

**III. Космические монстры**

Зная примерно возраст нашей Вселенной, мы можем определить и её примерные размеры.

После второй мировой войны, когда уже были изобретены радиолокаторы, в астрономии стали использоваться радиотелескопы. С их помощью были открыты различные радиоисточники, в том числе к 1963 г. стали известны пять точечных источников космического радиоизлучения, которые сначала назвали «радиозвёздами». Но вскоре этот термин был признан не очень удачным, и эти источники радиоизлучения были названы квази-звёздными радиоисточниками, или, сокращённо, квазарами.

Исследуя спектр квазаров, астрономы выяснили, что квазары вообще самые далёкие из известных космических объектов. Сейчас известно около 1500 квазаров. Самый далёкий из них удалён от нас примерно на 15 миллиардов световых лет[[7]](#footnote-7). Одновременно он и самый быстрый. Он убегает от нас со скоростью, близкой к скорости света. Поэтому размеры нашей Вселенной ограничиваются радиусом в 15 миллиардов световых лет, или 142.000.000.000.000.000.000.000 километра.

Квазар излучает свет в десятки и сотни раз сильнее, чем самые крупные галактики, состоящие из сотен миллиардов звёзд. Квазары излучают во всём электромагнитном диапазоне от рентгеновских волн до радиоволн. Даже средний квазар ярче 300 миллиардов звёзд, а блеск квазаров меняется с очень маленькими периодами – недели, дни и даже минуты. Поскольку в мире нет ничего быстрее света, то это значит, что размеры квазаров очень малы. Раз весь квазар меняет свою яркость, значит это единый процесс, который по квазару не может распространяться со скоростью большей скорости света. Например, квазар с периодом изменения яркости в 200 секунд должен иметь поперечник не более радиуса земной орбиты и при этом излучать света больше чем 300 миллиардов звёзд.

Единого мнения о природе квазаров ещё нет. Однако, они находятся от нас на таком расстоянии, что свет до нас доходит за время до 15 миллиардов световых лет. А значит, мы видим процессы, которые у нас происходили примерно 15 миллиардов лет назад, то есть после «большого взрыва».

Вот теперь мы можем сказать, что радиус нашей Вселенной примерно 15 миллиардов световых лет. Как мы отмечали выше, возраст её примерно и составляет 15 миллиардов световых лет.

Однако, на этот счет есть определённые сомнения. Действительно, квазар, чтобы послать нам луч света, уже должен быть там, где мы его видим. Поэтому, если сам он двигался со скоростью света, от точки «большого взрыва» должен лететь в течение тех же 15 миллиардов лет. Поэтому возраст вселенной должен быть, по крайней мере вдвое больше, то есть – 30 миллиардов лет.

Нельзя не отметить, что измерения характеристик объектов, находящихся на краю Вселенной, производится на пределах возможности астрономических инструментов. Кроме того, споры между учёными ещё далеки от завершения. Поэтому точность приведенных цифр весьма относительна. В связи с этим, я использую цифры, которые упоминаются в большинстве публикаций.

Что дальше за этими пределами, мы не знаем. Возможно, не узнаем никогда. И можно считать, что нет ничего. Поэтому наша Вселенная и есть Вселенная вообще.

Посмотрим, что же наполняет нашу Вселенную.

В общем, она почти пуста. В невероятно огромном пустом пространстве изредка вкраплены скопления галактик (фото 2). Сегодня крупнейшие телескопы позволяют зарегистрировать галактики по всей Вселенной, и подсчитано, что в ней около двухсот миллионов (некоторые полагают, что до полутора миллиардов) галактик, каждая из которых состоит из миллиардов звёзд. Группы скопления и сверхскопления галактик расположены главным образом в сравнительно тонких слоях или цепочках. Слои и цепочки пересекаются, соединяются друг с другом и образуют колоссальные ячейки неправильной формы, внутри которых галактик практически нет.

Понятие «чёрные дыры» во многом базируется на теории относительности Эйнштейна. Но теория эта не так уж и проста, поэтому попытаемся объяснить это понятие более понятно для непрофессионалов.

Прежде всего, мы знаем, что такое гравитация. По крайне мере знаем, что если бросить стакан, то он упадёт на землю. Земля его притягивает. Вообще все тела, обладающие массой, притягиваются друг к другу. Свет тоже обладает массой. Ещё Столетов определил, что свет давит на освещённое тело. Действительно, свет это электромагнитная волна, которая обладает энергией. А энергия, согласно уравнению Энштейна - Е = mс2, обладает массой m. Поэтому свет также притягивается массой. Например, если луч света пролетает мимо планеты или звезды, то он отклоняется в её сторону. Причём, чем больше звезда притягивает свет, тем больше он отклоняется.

Может быть, такое сильное гравитационное притяжение, что свет не только упадёт на звезду, но даже квант светового излучения не сможет её покинуть. И не только свет, но и вообще ничего не сможет покинуть тело с такой мощной гравитацией. Всё на неё будет только падать. Это называется гравитационный коллапс. Тело такое называется отон (от аббревиатуры ОТО – общая теория относительности) или попросту - «Чёрная дыра».

Тем не менее есть, всё-таки, процессы при которых что-то чёрную дыру покидает. Здесь мы уже вторгаемся в область квантовой механики. Вообще говоря, квантовая механика это набор формул, которые позволяют математически описать некоторые не очень понятные физические явления в области физики элементарных частиц. Сама же природа этих явлений не очень понятна и самим физикам.

В принципе, эффекты квантовой механики происходят из-за того, что элементарные частицы являются как бы одновременно и частицами, и волнами. Причём, чем меньше частица, тем больше она проявляет волновые свойства. Мало того, очень маленькие частицы вовсе не похожи на маленькие шарики. Они как бы могут с определённой вероятностью быть в разных местах. Причём, никакие преграды их не останавливают. Но чаще всего они находятся в некотором одном месте. Этот эффект, называемый «Туннельный эффект», используется в технике. Например, в стабилитронах, это специальный полупроводниковый диод, применяемый часто в стабилизаторах напряжения, есть в блоке питания любого компьютера или телевизора. Так вот, размеры чёрной дыры сравнительно небольшие, а масса там огромная. Поэтому очень маленькие элементарные частицы в силу своей квантовой природы могут оказаться вне чёрной дыры и больше туда не возвращаются. Это называется испарение чёрной дыры. Поскольку чёрная дыра имеет своё гравитационное поле, а также магнитное и электрические поля и быстро вращается, то испаряющиеся частицы не образуют сферически симметричной оболочки вокруг чёрной дыры, а формируют как бы струи в двух противоположных направлениях.

Если чёрная дыра небольшая, то испаряется она очень быстро. Если же очень большая, и приток новой падающей на чёрную дыру массы (это называется – аккреция) компенсирует испарение, то чёрная дыра может существовать очень долго. При этом, масса вещества, появляющегося вокруг чёрной дыры за счёт её испарения, в свою очередь компенсирует массу, падающую на чёрную дыру. Именно огромные чёрные дыры и являются основой галактик.

Галактики мы видим потому, что они излучают свет, то есть энергию. Поэтому, теряя всё больше энергии и вещества, галактики стареют. Со временем баланс падающего на чёрную дыру вещества и испарившегося нарушается. Чёрная дыра теряет массу, со временем испаряется полностью, и тогда мы видим галактику неправильной формы. Галактика умирает.

**IV. Что же ждёт Вселенную в будущем?**

Несмотря на ускоренное расширение Вселенной, наша Галактика Млечный Путь неуклонно сближается со своей соседкой - Туманностью Андромеды. Их столкновение должно произойти еще до гибели Солнца и даже Земли. Американские астрономы построили компьютерную модель этого столкновения, чтобы понять, чем же оно грозит нашей Солнечной системе.

Поскольку Вселенная расширяется, мы видим «разбегание» галактик. Каждая галактика, которую мы наблюдаем, удаляется от Земли, Солнца, нашей Галактики. Чем дальше от нас галактика, тем больше скорость ее удаления, и эта зависимость описывается законом Хаббла, впервые обнаружившего сам факт расширения Вселенной. Но и из правил есть исключения. Наша соседка, огромная галактика в созвездии Андромеды (также известная как M31) не удаляется, а приближается к нам со скоростью 120 километров в секунду! Это означает, что через несколько миллиардов лет две галактики - Туманность Андромеды и Млечный Путь - достигнут друг друга, и начнется долгий процесс слияния двух звездных островов.

Это слияние будет катастрофичным для обеих галактик: они до неузнаваемости изменят свою форму, спиральные рукава разорвутся под действием гравитации, а траектории движения звезд в галактиках изменятся. Так что же тогда произойдет с нашей Солнечной системой?

К счастью, ничего страшного, утверждают астрономы Томас Кокс и Абрахам Лоуб из Гарвард-Смитсоновского астрофизического центра (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Кембридж, штат Массачусетс, США). Они провели детальное математическое исследование, итогом которого стала статья в которой они приводят результаты моделирование катастрофы космического масштаба и оценивают варианты будущего для нашей Солнечной системы.

Наша Галактика (Млечный Путь) и галактика в созвездии Андромеды (Туманность Андромеды) вместе с 40 меньшими звездными островками входят в Местное скопление галактик в качестве двух самых крупных членов этой группы. Тогда как большинство галактик удаляются прочь от нас, повинуясь расширению Вселенной, Местное скопление галактик связано гравитационным взаимодействием, которое не дает его составляющим разбегаться.

4,7 миллиарда лет тому назад (когда образовалось наше Солнце) Туманность Андромеды и Млечный Путь находились на расстоянии 4,2 миллиона световых лет друг от друга. Но поскольку галактики сближаются, к настоящему времени это расстояние сократилось до 2,6 миллионов световых лет. Сближение продолжается и приведет в конце концов к столкновению. Тем не менее расчеты показывают, что столкновение не будет «лобовым». Через 2 миллиарда лет две галактики лишь «зацепятся» спиральными рукавами: их ядра пройдут друг от друга на расстоянии пары сотен тысяч световых лет. Тем не менее, этого расстояния будет достаточно, чтобы галактики закрутились в смертельной гравитационной спирали.

Во время этого первого взаимодействия, с вероятностью 12%, Солнечная система будет вышвырнута из галактического диска Млечного Пути и попадет в приливной хвост, который начнет истекать из нашей Галактики. А с вероятностью менее 3% Солнце наберет такую скорость, что перейдет в галактику М31, покинув Млечный Путь (но, останется в общей звездной системе).

Ко времени начала столкновения Земля еще будет обращаться вокруг Солнца по своей орбите. Но через 2 миллиарда лет возрастающее излучение Солнца будет угрожать жизни на Земле больше, чем космическое столкновение. Чтобы сохранить жизнь на нашей планете, будущим ученым придется найти способ перемещения голубой планеты на безопасное расстояние от разбушевавшегося светила.

После первичной зацепки рукавами галактики создадут своей гравитацией общий центр тяжести и начнут обращаться вокруг него по странной, изменяющейся орбите. Завернув под действием притяжения друг к другу, галактики вновь «зацепятся» уже изрядно «потрепанными» спиралями. Затем борьба продолжится, и галактики, немного отдаляясь и вновь сталкиваясь, будут «дергать» друг друга за бока еще и еще, пока в конце концов из обеих систем не образуется гигантский рой звезд, который также будет двигаться вокруг общего центра тяжести.

Но в центрах обеих галактик имеются супермассивные черные дыры, которые в этом катаклизме должны будут сблизиться друг с другом по спирали и соединиться в одну еще более массивную черную дыру. На сегодняшний день известно, что двойные супермассивные черные дыры могут стать весьма активными галактическими «печками», способствующими активизации окружающего их газа и пыли для последующего бурного звездообразования. По всей вероятности, такие взаимодействия вытолкнут Солнце во внешний ореол новой галактики на расстояние по крайней мере 100 000 световых лет от центра, что, впрочем, благополучно позволит избежать участи быть проглоченным черной дырой.

Через 7 миллиардов лет, когда наше Солнце будет находиться на последнем этапе своей жизни, превратившись в красный гигант, а Земля (если не переместится на другую орбиту) будет представлять из себя раскаленный шар, галактики сольются окончательно, и во Вселенной появится новая галактика - Milkomeda (Млечномеда), как назвали ее авторы статьи.

Млечномеда будет огромной эллиптической галактикой, без какого-либо намека на спиральные рукава, которые когда-то украшали обе исходные галактики. Далее новую звездную систему ждет спокойная и размеренная жизнь, лишенная навсегда эксцессов, связанных со столкновениями. Бурное звездообразование уступит место равномерному и медленному образованию новых звезд из оставшегося газа и пыли.

Через 100 миллиардов лет все окружающие Млечномеду галактики (за исключением гравитационно-связанных), повинуясь закону Хаббла, исчезнут из поля зрения ее жителей. Это не значит, что галактики испарятся. Просто они удалятся настолько, что достигнут в своем разбегании скорости света, поэтому испущенные звездами этих галактик фотоны уже не смогут достичь Млечномеды. Внегалактическая астрономия утратит свой смысл и закончится, а Млечномеда будет представлять из себя всю видимую Вселенную.

Через 100 миллиардов лет...

**Заключение**

Я постарался выяснить некоторые моменты, связанные с «разбеганием» Галактик (расширением Вселенной). Мы можем наблюдать (и наблюдаем) источники, которые и в момент излучения, и сейчас имеют скорость убегания, превышающую скорость света. Расстояния до далеких объектов превышают произведение скорости света и возраста Вселенной. Расстояние, на котором скорость убегания сравнивается со световой, не является горизонтом (т.е. границей видимой части Вселенной), и вообще не является физически выделенным расстоянием (объекты прямо перед этой границей и прямо за ней ничем не отличаются принципиально, как не отличаются и условия их наблюдений). Горизонтом наблюдаемой Вселенной является горизонт частиц, на нем источники имеют бесконечные красные смещения.

Российские астрономы проводят наблюдения на многих телескопах России, ближнего и дальнего зарубежья: на 6-метровом оптическом телескопе и на 600-метровом радиотелескопе Специальной астрофизической обсерватории Российской Академии наук, на телескопах Пулковской и Крымской обсерваториях, а также на некоторых крупных телескопах во Франции, Испании и даже на Гавайских островах.

Современная астрономия изучает самые разнообразные объекты - от близких к нам планет и их спутников до далеких галактик, квазаров и скоплений галактик. Вот некоторые из их основных тем, над которыми работают российские ученые:

- фрактальная структура Вселенной;

- галактики на сверхбольших расстояниях;

- наблюдения галактик с активными ядрами;

- теория образования галактик;

- скрытая масса в галактиках;

- исследование спиральной структуры нашей Галактики;

- обработка сверхточных данных о положениях звезд со спутника;

- процессы взаимодействия излучения и вещества в различных космических объектах;

- наблюдения рентгеновских источников;

- синтез химических элементов в звездах;

- изучение звезд с протопланетными системами;

- новые математические методы обработки астрономических наблюдений;

- расчет конструкции и оптики телескопов.

**Список литературы:**

И. Климишин «Элементарная астрономия».

С. Хокинг «От Большого Взрыва до черных дыр». Физика космоса: маленькая энциклопедия.

Интернет-сайт www.sciam.ru.

1. **Галактики** – гигантские (до сотен млрд. звёзд) звёздные системы. Ближайшие к нам Магеллановы Облака (Ir) и Туманность Андромеды (S). Галактики распределены не равномерно, образуя скопления с плотностью до 8-10 тыс. галактик в 1 Мпк3. [↑](#footnote-ref-1)
2. **Вселенная** – см. I раздел «Так, что же есть Вселенная?». По мнению различных ученых, во Вселенной от 200 миллионов до 1,5 миллиардов галактик. [↑](#footnote-ref-2)
3. **Красное смещение** - увеличение длин волн линий в спектре источника (смещение линий в сторону красной части спектра) по сравнению с линиями эталонных спектров. Количественно красное смещение характеризуется длиной волны, испущенной источником, и длиной волны, принятой наблюдателем (приёмником излучения). Известны два механизма, приводящих к появлению красного смещения. [↑](#footnote-ref-3)
4. За модель большого взрыва ухватилась католическая церковь и в 1951 г. официально провозгласила, что модель большого взрыва согласуется с Библией. [↑](#footnote-ref-4)
5. **Черная дыра** – космическое тело, имеющее такое сильное гравитационное притяжение, что падающий на него свет и даже квант светового излучения не сможет его покинуть. И не только свет, но и вообще ничего не сможет покинуть тело с такой мощной гравитацией. [↑](#footnote-ref-5)
6. **Квазары** – космические объекты чрезвычайно малых угловых размеров, имеющие значительные *красные смещения* линий в спектрах, что указывает на их большую удаленность от Солнечной системы, достигающую несколько тысяч Мпк. Квазары излучают в десятки раз больше энергии, чем самые мощные галактики. Источник их энергии точно неизвестен. [↑](#footnote-ref-6)
7. **Световой год** **-**  расстояние, которое проходит свет за один год. Скорость света примерно равна 300 000 километров в секунду. [↑](#footnote-ref-7)