**Космологические модели вселенной**

**Что такое космология?**

Современная космология - это астрофизическая теория структуры и динамики изменения Метагалактики, включающая в себя и определенное понимание свойств всей Вселенной. Космология основывается на астрономических наблюдениях Галактики и других звездных систем, общей теории относительности, физике микропроцессов и высоких плотностей энергии, релятивистской термодинамике и ряде других новейших физических теорий.

Данное определение космологии берет в качестве предмета этой науки только Метагалактику. Это связано с тем, что все данные, которыми располагает современная наука, относятся только к конечной системе - Метагалактике, и ученые не уверены, что при простой экстраполяции свойств этой Метагалактики на всю Вселенную будут получены истинные результаты. При этом, безусловно, суждения о свойствах всей Вселенной являются необходимой составной частью космологии. Космология сегодня является фундаментальной наукой. И она больше, чем какая-либо другая фундаментальная наука, связана с различными философскими концепциями, по-разному понимающими устройство мира.

Космология берет свое начало в представлениях древних, в частности в древнегреческой мифологии, где очень подробно и достаточно систематизирование рассказывается о сотворении мира и его устройстве. Впрочем, мифология любого народа, достаточно развитого для того, чтобы создавать космологические мифы, может похвастаться не менее интересными идеями. И это не случайно. Огромный мир вокруг нас всегда волновал человека. Он с давних времен старался понять, как устроен этот мир, что такое в этом мире Солнце, звезды, планеты, как они возникли. Это - из разряда тех вопросов, которые принято называть “вечными”, человек никогда не перестанет искать ответа на них.

После того как появилась философия, пришедшая вместе с наукой на смену мифологии, ответ на эти вопросы стали ис-кать в основном в рамках философских концепций, причем почти каждый философ считал своим долгом затронуть их.

Общепризнанным итогом античной космологии стала геоцентрическая концепция Птолемея, просуществовавшая в течение всего Средневековья.

С приходом Нового времени философия уступила свое первенство в создании космологических моделей науке, которая добилась особенно больших успехов в XX веке, перейдя от различных догадок в этой области к достаточно обоснованным фактам, гипотезам и теориям. При этом далеко не все ученые согласны с вышеприведенным определением космологии, многие считают ее учением о Вселенной в целом, то есть учением обо всем, что существует.

Отвечая на закономерный вопрос, откуда мы можем знать, что происходит в масштабах Вселенной, они исходили из очень популярной методологической установки, предполагающей, что на разных уровнях существования природы повторяются одни и те же законы, одно и то же устройство материальных систем. Различия могут быть лишь в масштабах. Такова, например, космология Фурнье Дальба, английского физика, появившаяся в 1911 году. Его Вселенная чем-то похожа на матрешку:'Вселенные существуют одна в другой, меньшие внутри больших, и в их устройстве проявляются одни и те же правила. К этому времени уже были открыты первые элементарные частицы и создана планетарная модель атома. Так почему было не предположить, что ядро атома - это солнце, а электроны - планеты, на которых даже могут жить люди. И где гарантия, что наш мир не является такой же элементарной частицей для Мегамира.

Тем не менее, несмотря на всю грандиозность этой идеи, Вселенная, устроенная по этому принципу, достаточно скучна и однообразна. В таком случае она представляет собой бесконечную совокупность одинаковых предметов.

Реальная природа куда сложнее и многообразнее. Переход от одних масштабов к другим, если этот переход достаточно велик, сопровождается и коренными качественными изменениями. Микромир, о котором мы уже говорили, оказался совсем не похожим на то, что, изучают астрономы. Что же касается Мегамира, несмотря на естественную ограниченность наших размеров и знаний, есть все основания утверждать, что с переходом к космическим масштабам нам нередко приходится встречаться с чем-то принципиально новым, неведомым в земной человеческой практике.

**Начало научной космологии**

Основателем научной космологии считается Николай Коперник, который поместил Солнце в центр Вселенной и низвел Землю до положения рядовой планеты Солнечной системы. Конечно, он был весьма далек от правильного понимания устройства мира. Так, по его убеждению, за орбитами пяти известных в то время планет располагалась сфера неподвижных -звезд. Звезды на этой сфере считались равноудаленными от Солнца, а природа их была неясной. Коперник не видел в них тел, подобных'Солнцу, и, будучи служителем церкви, склонялся к мнению, что за сферой неподвижных звезд находится “эмпирей”, или “жилище блаженных” - обитель сверхъестественных тел и существ.

В одном Коперник был твердо уверен - радиус сферы неподвижных звезд должен был быть очень велик. Иначе было бы трудно объяснять, почему с движущейся вокруг Солнца Земли звезды кажутся неподвижными.

Поставьте перед лицом указательный палец и посмотрите на него попеременно то правым, то левым глазом - палец будет смещаться па фоне более далеких предметов, например, стены. Такое кажущееся смещение предмета при изменении позиции наблюдателя называется параллактическим смещением. Расстояние между крайними точками наблюдения называется базисом. Чем больше базис, тем больше и параллактическое смещение. Чем дальше от нас наблюдаемый предмет, тем меньше параллактическое смещение. Отодвиньте палец от лица и вы легко в этом убедитесь.

Хотя расстояние от Земли до Солнца во времена Коперника в точности не было известно, многие факты говорили о том, что оно весьма велико. Казалось бы, при этом звезды должны описывать на небе маленькие окружности - своеобразное отражение действительного обращения Земли вокруг Солнца. Но такие параллактические смещения звезд явно отсутствовали, из чего Коперник и сделал вывод о колоссальных размерах сферы неподвижных звезд.

Вселенная по Копернику - мир в скорлупе. В этой модели легко найти немало пережитков средневекового мировоззрения. Но прошло всего несколько десятилетий, и Джордано Бруно разбил коперниковскую “скорлупу” неподвижных звезд.

Д. Бруно считал звезды далекими солнцами, согревающими бесчисленные планеты других планетных систем. Бруно считал глупцом того, кто мог думать, что могучие и великолепные мировые системы, заключающиеся в беспредельном пространстве, лишены живых существ. Так прозвучала беспредельно смелая по тем временам мысль о пространственной бесконечности Вселенной. Он считал, что Вселенная бесконечна, что существует бесчисленное число миров, подобных миру Земли. Он полагал, что 3,емля есть светило, и что ей подобны Луна и другие светила, число которых бесконечно, и что все эти небесные тела образуют бесконечность миров. Он представлял себе бесконечную Вселенную, заключающую в себе бесконечное множество миров.

Идеи Бруно намного обогнали его век. Но он не мог привести ни одного факта, который бы подтверждал его космологию -космологию бесконечной, вечной и населенной Вселенной.

Прошло всего десятилетие, и Галилео Галилей в изобретенный им телескоп увидел в небе то, что до сих пор оставалось скрытым для невооруженного глаза. Горы на Луне наглядно доказывали, что Луна и в самом деле есть мир, похожий на Землю. Спутники Юпитера, кружащиеся вокруг вели-чайшей из планет, походили на наглядное подобие Солнечной системы. Смена фаз Венеры не оставляла сомнений в том, что эта освещенная Солнцем планета действительно обращается вокруг него. Наконец, множество невидимых глазом звезд и особенно удивительная звездная россыпь, составляющая Млечный путь, - разве все это не подтверждало учение Бруно о бесчисленных солнцах и землях? С другой стороны, темные пятна, увиденные Галилеем на Солнце, опровергали учение Аристотеля и других древних философов о неприкосновенной чистоте небес. Небесные тела оказались похожими на Землю, и это сходство земного и небесного заставляло постепенно отказаться от ошибочного представления о Солнце как центре всего Мироздания.

Современник и друг Галилея, Иоганн Кеплер, уточнил законы движения планет, а великий Исаак Ньютон доказал, что все тела во Вселенной независимо от размеров, химического состава, строения и других свойств взаимно тяготеют друг к другу. Космология Ньютона вместе с успехами астрономии XVIII и XIX веков определила то мировоззрение, которое иногда называют классическим. Оно стало итогом начального этапа развития научной космологии.

Эта классическая модель достаточно проста и понятна. Вселенная считается бесконечной в пространстве и во времени, иными словами, вечной. Основным законом, управляющим движением и развитием небесных тел, является закон всемирного тяготения. Пространство никак не связано с находящимися в нем телами и играет пассивную роль вместилища для этих тел. Исчезни вдруг все эти тела, пространство и время сохранились бы неизменными. Количество звезд, планет и звездных систем во Вселенной бесконечно велико. Каждое небесное тело проходит длительный жизненный путь. И на смену погибшим, точнее, погасшим звездам вспыхивают новые, молодые светила. Хотя детали возникновения и гибели небесных тел оставались неясными, в основном эта модель казалась стройной и логически непротиворечивой. В таком виде эта классическая модель господствовала в науке вплоть до начала XX века.

Бесконечности Вселенной в пространстве гармонично соответствовала ее вечность во времени. Ныне, миллиард лет назад, миллиарды лет в будущем она останется, в сущности, одной и той же. Неизменность космоса как бы подчеркивала бренность, непостоянство всего земного.

**Космологические парадоксы**

Первая брешь в этой спокойной классической космологии была пробита еще в XVIII в. В 1744 г. астроном Р. Шезо, известный открытием необычной “пятихвостой” кометы, высказал сомнение в пространственной бесконечности Вселенной. В ту пору о существовании звездных систем и не подозревали, поэтому рассуждения Шезо касались только звезд.

Если предположить, утверждал Шезо, что в бесконечной Вселенной существует бесчисленное множество звезд и они распределены в пространстве равномерно, то тогда по любому направлению взгляд земного наблюдателя непременно натыкался бы на какую-нибудь звезду. Легко подсчитать, что небосвод, сплошь усеянный звездами, имел бы такую поверхностную яркость, что даже Солнце на его Фоне казалось бы черным пятном. Независимо от Шезо в 1823 г. к таким же выводам пришел известный немецкий астроном Ф.Ольберс. Это парадоксальное утверждение получило в астрономии наименование фотометрического парадокса Шезо-Ольберса. Таков был первый космологический парадокс, поставивший под сомнение бесконечность Вселенной.

Устранить этот парадокс ученые пытались различными путями. Можно было допустить, например, что звезды распределены в пространстве неравномерно. Но тогда в некоторых направлениях на звездном небе было бы видно мало звезд, а в других, если звезд бесчисленное множество, их совокупная яркость создавала бы бесконечно яркие пятна, чего, как известно,.нет.

Когда открыли, что межзвездное пространство не пусто, а заполнено разреженными газово-пылевыми облаками, некоторые ученые стали считать, что такие облака, поглощая свет звезд, делают из невидимыми для нас. Однако в 1938 г. академик В. Г. Фесенков доказал, что, поглотив свет звезд, газо-во-пылевые туманности вновь переизлучают поглощенную ими энергию, а это не избавляет нас от. фотометрического парадокса.

В конце XIX в. немецкий астроном К. Зеелигер обратил внимание и на другой парадокс, неизбежно вытекающий из представлений о бесконечности Вселенной. Он получил название гравитационного парадокса. Нетрудно подсчитать, что в бесконечной Вселенной с равномерно распределенными в ней телами сила тяготения со стороны всех тел Вселенной па данное чело оказывается бесконечно большой или неопределенной. Результат зависит от способа вычисления, причем относительные скорости небесных тел могли быть бесконечно большими. Так как ничего похожего в космосе не наблюдается, Зеелигер сделал вывод, что количество небесных тел ограничено, а значит, Вселенная не бесконечна.

Эти космологические парадоксы оставались неразрешенными до двадцатых годов нашего столетия, когда на смену классической космологии пришла теория конечной и расширяющейся Вселенной.

Мы уже говорили о началах термодинамики и некоторых выводах из них. Мир полон энергии, которая подчиняется важнейшему закону природы - закону сохранения энергии. При всех своих превращениях из одного вида в другой энергия не исчезает и не возникает из ничего. Общее количество энергии остается постоянным. Казалось бы, из этого закона неизбежно вытекает вечный круговорот материи во Вселенной. В самом деле, если в Природе при всех изменениях материи она не исчезает и не возникает из ничего, а лишь переходит из одной формы существования в другую, то Вселенная вечна,и материя, ее составляющая, пребывает в вечном круговороте. Таким образом, погасшие звезды снова превращаются в источник света и тепла. Никто, конечно, не знал. как это происходит, но убеждение в том, что Вселенная в целом всегда одна и та же, было в прошлом веке почти всеобщим.

Тем неожиданнее прозвучал вывод из второго закона термодинамики, открытого в прошлом веке англичанином У. Кельвином и немецким физиком Р. Клаузиусом. При всех превращениях различные виды энергии в конечном счете переходят в тепло, которое, будучи предоставлено себе, стремится к состоянию термодинамического равновесия, то есть рассеивается в пространстве. Так как такой процесс рассеяния тепла необратим, то рано или поздно все звезды погаснут, псе активные процессы в Природе прекратятся и Вселенная превратится в мрачное замерзшее кладбище. Наступит “тепловая смерть Вселенной”.

Ошеломляющее впечатление, произведенное на естествоиспытателей прошлого века вторым началом термодинамики, было особенно сильно еще и потому, что вокруг себя, в окружающей нас Природе они не видели фактов, его опровергающих. Наоборот, все, казалось, подтверждало мрачные прогнозы Клаузиуса.

Конечно, есть в Природе и антиэнтропийные процессы, при которых беспорядок, а значит, и энтропия уменьшаются. Таковы процессы, происходящие в органическом мире, в человеческой деятельности. Но при более глубоком рассмотрении ситуации всегда оказывается, что уменьшение беспорядка в одном месте неизбежно сопровождается его увеличением в другом. Более того, возникший по вине человека беспорядок значительно превышает тот порядок, который он внес в Природу, так что в конечном счете энтропия и тут продолжает расти.Встать на позицию Клаузнуса - это значитпризнать,чтоВселенная имела когда-то начало и неизбежно будет иметь конец. Действительно, если бы в прошлом Вселенная существовала вечно, то в ней давно наступило бы состояние тепловой смерти, а так как этого нет, то, по убеждению Клаузиуса и многих других его современников, Вселенная была сотворена сравнительно недавно. А в будущем, если не случится какое-нибудь чудо. Вселенную ждет тепловая смерть.

На опровержение второго начала термодинамики были брошены силы всех материалистически мыслящих ученых. Так, в 1895 г. Людвиг Больцман предложил свою вероятностную трактовку второго начала. По его гипотезе, возрастание энтропии происходит потому, что состояние беспорядка всегда более вероятно, чем состояние порядка. Но это не означает, что процессы противоположного характера, то есть самопроизвольные с уменьшением энтропии, абсолютно невозможны. Они в принципе возможны, хотя и крайне маловероятны.

Всюду мы наблюдаем, как тепло от более горячего тела переходит к более холодному. Однако в принципе возможно и другое: кусок льда, брошенный в печь, увеличит ее жар. Не исключено и такое событие, что все молекулы воздуха в нашей комнате соберутся вдруг в одном ее углу, а вы погибнете от удушья в другом. Наконец, возможно, что обезьяна, посаженная за пишущую машинку, случайно выстучит пальцем сонет Шекспира. Все эти события возможны, но вероятность их близка к нулю. Такова же, по Больцману, вероятность существования нас с вами.

Больцман не сомневался, что Вселенная бесконечна в пространстве и времени. В основном и почти всегда она пребывает в состоянии тепловой смерти. Однако иногда в некоторых ее районах возникают крайне маловероятные отклонения (флуктуации) от обычного состояния Вселенной. К одной из них принадлежит Земля и весь видимый нами космос. В целом же Вселенная - безжизненный мертвый океан с некоторым количеством островков жизни.

Гипотеза Больцмана хотя и подвергла сомнению всеобщность и строгую обязательность второго начала, не смогла удовлетворить оптимистически мыслящих ученых. К тому же и расчеты показали, что вероятность возникновения такой гигантской флуктуации в пространстве практически равна нулю.

Были и другие попытки объяснить этот термодинамический парадокс, но они так же не увенчались успехом.

Три космологических парадокса: фотометрический, гравитационный и термодинамический - заставили ученых серьезно усомниться в бесконечности и вечности Вселенной. Именно -они заставили А. Эйнштейна в 1917г. выступить с гипотезой о конечной, но безграничной Вселенной.

Предположим, что вещество, составляющее планеты, звезды и звездные системы, равномерно рассеяно по всему мировому пространству. Тем самым мы допускаем, что Вселенная всюду однородна и к тому же изотропна, то есть во всех направлениях имеет одинаковые свойства. Будем считать, что средняя плотность вещества во Вселенной выше так называемой критической плотности. Если все эти требования соблюдены, мировое пространство, как это доказал Эйнштейн, замкнуто и представляет собой четырехмерную сферу, для которой верна не привычная школьная геометрия Евклида, а геометрия Римана.

**Неевклидовы геометрии**

Мы привыкли, что в двухмерном пространстве, то есть на плоскости, есть своя, присущая только плоскости геометрия. Так, сумма углов в любом треугольнике равна 180°. Через точку, лежащую вне прямой, можно провести только одну прямую, параллельную данной. Это - постулаты Евклидовой геометрии. По аналогии предполагается, что и реальное трехмерное пространство, в котором мы с вами существуем, есть евклидово пространство. И все аксиомы плоскостной геометрии остаются верными и для пространства трех измерений. Такой вывод на протяжении многих веков не подвергался сомнению. Лишь в прошлом веке независимо друг от друга русский математик Николай Лобачевский и немецкий математик Георг Ри-ман усомнились в общепризнанном мнении. Они доказали, что могут существовать и иные геометрии, отличные от евклидовой, но столь же внутренне непротиворечивые.

Итак, пятый постулат Евклида утверждает, что через точку вне прямой можно провести лишь одну прямую, параллельную данной. Логически рассуждая, легко увидеть еще две возможности:

- через точку вне прямой нельзя провести ни одной прямой, параллельной данной (постулат Римана);

- через точку вне прямой можно провести бесчисленное множество прямых, параллельных данной (постулат Лобачевского).

На первый взгляда эти утверждения звучат абсурдно. На плоскости они и в самом деле неверны. Но ведь могут существовать и иные поверхности, где имеют место постулаты Римана и Лобачевского.

Представьте себе, например, поверхность сферы. На ней кратчайшее расстояние между двумя точками отсчитывается не по прямой (на поверхности сферы прямых пет), а по дуге большого круга (так называют окружности, радиусы которых равны радиусу сферы). На земном шаре подобными кратчайшими, или, как их называют, геодезическими, линиями служат меридианы. Все меридианы, как известно, пересекаются в полюсах, и каждый из них можно считать прямой, параллельной данному меридиану. На сфере выполняется своя, сферическая геометрия, в которой верно утверждение: сумма углов треугольника всегда больше 180°. Представьте себе на сфере треугольник, образованный двумя меридианами и дугой экватора. Углы между меридианами и экватором равны 90°, а к их сумме прибавляется угол между меридианами с вершиной в полюсе. На сфере, таким образом, нет непересекающихся прямых.

Существуют и такие поверхности, для которых оказывается верным постулат Лобачевского. К ним относится, например, седловидная поверхность, которая называется псевдосферой. На ней сумма углов треугольника меньше 180°, и невозможно провести ни одной прямой, параллельной данной.

После того, как Риман и Лобачевский доказали внутреннюю непротиворечивость своих геометрий, возникли законные сомнения в евклидовом характере реального трехмерного пространства. Не является ли оно искривленном наподобие сферы или псевдосферы? Конечно, наглядно представить себе искривленность трехмерного пространства невозможно. Можно лишь рассуждать по аналогии. Поэтому, если реальное пространство не евклидово, а сферическое, не следует воображать его себе в виде некоторой обычной сферы. Сферическое пространство есть сфера, но сфера четырехмерная, не поддающаяся наглядному представлению. По аналогии можно сделать вывод, что объем такого пространства конечен, как конечна поверхность любого шара - ее можно выразить конечным числом квадратных сантиметров. Поверхность всякой четырехмерной сферы также выражается в конечном количестве кубометров. Такое сферическое пространство не имеет границ и в этом смысле - безгранично. Летя в таком пространстве по одному направлению, мы в конце концов вернемся в исходную точку. Так же и муха, ползущая по поверхности шара, нигде не найдет границ. В этом смысле и поверхность любого шара безгранична, хотя и конечна. То есть безграничность и бесконечность - разные понятия.

**Модель расширяющейся вселенной**

Итак, вернемся к Эйнштейну, из расчетов которого следовало, что наш мир является четырехмерной сферой. Объем такой Вселенной может быть выражен хотя и очень большим, но все же конечным числом кубометров. В принципе возможно облететь всю замкнутую Вселенную, двигаясь все время в одном и том же направлении. Такое воображаемое путешествие подобно земным кругосветным путешествиям. Но конечная но объему Вселенная в то же время безгранична, как не имеет границ поверхность любой сферы. Вселенная по Эйнштейну, содержит хотя и большое, но все-таки конечное число звезд и звездных систем, а поэтому к ней фотометрический и гравитационный парадоксы просто неприменимы. В то же время призрак тепловой смерти тяготеет и над Вселенной Эйнштейна -такая Вселенная, конечная в пространстве, неизбежно идет к своему концу во времени. Вечность ей не присуща.

Пять лет спустя, в 1922 г., советский физик Александр Фридман на основании строгих расчетов показал, что Вселенная Эйнштейна никак не может быть стационарной, неизменной, как это считал Эйнштейн. Вселенная непременно должна расширяться, причем речь идет о расширении самого пространства, то есть об увеличении всех расстояний мира. Вселенная Фридмана напоминала раздувающийся мыльный пузырь, у которого и радиус, и площадь поверхности непрерывно увеличиваются.

Идея Фридмана поначалу показалась Эйнштейну слишком смелой и необоснованной. Он даже заподозрил ошибку в вычислениях. Но, ознакомившись с ними, он публично признал, что мы живем в расширяющейся Вселенной.

Из расчетов Фридмана вытекали три возможных следствия:

Вселенная и ее пространство расширяются с течением времени;

Вселенная сжимается; во Вселенной чередуются через большие промежутки времени циклы сжатия и расширения.

Доказательства в пользу модели расширяющейся Вселенной были получены в 1926 г., когда американский астроном Э. Хаббл открыл при исследовании спектров далеких галактик (существование которых было доказано в 1923 г. тем же Хабб-лом) красное смещение спектральных линий (смещение линий к красному концу спектра), что было истолковано как следствие эффекта Допплера (изменение частоты колебаний или длины волн из-за движения источника излучения и наблюдателя по отношению друг к другу) - удаление этих галактик друг от друга со скоростью, которая возрастает с расстоянием. По последним измерениям, это увеличение скорости расширения составляет примерно 55 км/с на каждый миллион парсек. После этого открытия вывод Фридмана о нестационарности Вселенной получил подтверждение и в космологии утвердилась модель расширяющейся Вселенной.

Наблюдаемое нами разбегание галактик есть следствие расширения всего пространства замкнутой конечной Вселенной. При таком расширении пространства все расстояния во Вселенной увеличиваются подобно тому, как растут расстояния между пылинками на поверхности раздувающегося мыльного пузыря. Каждую из таких пылинок, как и каждую из галактик, можно с полным правом считать центром расширения.

Дальнейшее развитие модель расширяющейся Вселенной получила в послевоенные годы и особенно в последние десятилетия благодаря исследованиям известных отечественных космологов Зельдовича и Новикова. Уточнены величины, характеризующие скорость расширения Вселенной, рассмотрены различные варианты моделей Вселенной в зависимости от средней плотности вещества в мировом пространстве, достаточно подробно намечен ход эволюции Вселенной от момента начала ее расширения.

Какое же будущее ждет нашу Вселенную? Мы уже упоминали, что расчеты Фридмана допускали три варианта развития событий. По какому из них идет эволюция Вселенной, зависит от отношения гравитационной энергии к кинетической энергии разлетающегося вещества. Это отношение можно свести к отношению плотности вещества во Вселенной к критической плотности вещества, которую мы уже упоминали.

Если кинетическая энергия разлета вещества преобладает над гравитационной энергией, препятствующей разлету, то силы тяготения не остановят разбегания галактик и расширение Вселенной носит необратимый характер. Это выражается условием р1 р^ -< 1, (где р - плотность вещества во Вселенной, р ^ - критическая плотность вещества). Этот вариант динамичной модели Вселенной называют “открытой Вселенной”. Если же преобладает гравитационное взаимодействие, чему соответствует условие р/ р^ > \ , то темп расширения со временем замедлится до полной остановки, после чего начнется сжатие вещества вплоть до возврата Вселенной в исходное состояние сингулярности (точечный объем с бесконечно большой плотностью). Для наблюдателя сигналом перехода от расширения к сжатию станет смена красного смещения линий химических элементов в спектрах удаленных галактик на фиолетовое смещение. Такой вариант модели назван “закрытой Вселенной”. В случае, когда силы гравитации точно равны кинетическим силам, то есть когда р/ р,, = 1 , расширение не прекратится, но его скорость со временем будет стремиться к нулю. Через несколько десятков миллиардов лет после начала расширения Вселенной наступит состояние, которое можно назвать квазистационарным. Теоретически возможна и пульсация Вселенной.

Возникает естественный вопрос: какой из трех вариантов реализуется в нашей Вселенной? Ответ на него остается за наблюдательной астрономией, которая должна оценить современную среднюю плотность вещества во Вселенной и уточнить значение постоянной Хаббла (скорость расширения галактик). Пока надежные оценки этих величин отсутствуют. На основании современных данных создается впечатление, что средняя плотность вещества во Вселенной близка к критическому значению, она либо немного больше, либо немного меньше. Но от этого “немного” зависит будущее Вселенной, правда, весьма отдаленное. Постоянная Хаббла позволяет оценить время, в течение которого продолжается процесс расширения Вселенной. Получается, что оно не меньше 10 млрд. и не более 19 млрд. лет. Наиболее вероятным временем существования расширяющейся Вселенной считают 15 млрд. лет.

**Некоторые трудности гипотезы расширяющейся вселенной**

Все, что здесь до сих пор было сказано, - это только гипотезы, основанные на некоторых реальных фактах. Однако те же самые факты можно трактовать и иначе.

Так, неоднократно предпринимались попытки истолковать красное смещение не как следствие эффекта Доннлера и расширения Вселенной, а как следствие уменьшения энергии и собственной частоты фотонов при движении их в течение многих миллионов лет в межгалактическом пространстве, в результате взаимодействия с гравитационными полями, фоном нейтрино, не наблюдаемой пока материей. Подобные попытки отвергались на том основании, что они были основаны на допущении некоторого неизвестного еще закона природы и феномена взаимодействия излучения с другими видами материи.

Но дело в том, что принятие красного смещения как следствия эффекта Допплера ведет к следствиям, которые, если их принять, основываются на совокупности еще более неясных и неизвестных законов природы, причем их число намного больше, чем в указанной гипотезе. Сегодня есть данные наблюдений квазаров. Спектральные линии квазаров имеют аномальное высокое красное смещение - 2,5 - 2,8. Это значит, что если бы такое красное смещение было обусловлено эффектом Допплера, то скорость удаления квазаров в 2,5 - 2,8 раза превышала бы скорость света, что невозможно. Отсюда следует, что большая часть красного смещения квазаров обусловлена чрезвычайно мощным полем тяготения, то есть является гравитационным. Если в других галактиках имеются подобные объекты, то их гравитационное красное смещение будет существенно влиять на общее красное смещение, вследствие чего картина динамики галактик и расстояний до них окажется иной по сравнению с чисто кинематической трактовкой красного смещения. Ведь сейчас обнаружены чрезвычайно отдаленные галактики, красному смещению которых соответствует, по эффекту Допплера, скорость взаимного удаления в 150 тыс. км/с, и, видимо, эта скорость далее возрастает еще больше, приближаясь к скорости света, пока галактики не исчезают за горизонтом принципиальной наблюдаемости. Такая чудовищная кинетическая энергия, сопоставимая с энергией массы покоя галактик, не может быть выведена ни из каких физических законов.

Также необоснованно утверждение о возможности перехода всей материи в точечную сингулярность. Ведь в релятивистской астрофизике допускается существование не одной, а очень многих относительных сингулярностей в центрах черных дыр, которые, однако, имеют конечную протяженность и массу, взаимодействуют с окружением и даже постепенно “испаряются” в результате просачивания частиц во внешнее пространство через потенциальный барьер.

Возникают противоречия и в объяснении самого феномена расширения. Если расширение является действительным физическим процессом, то оно происходит за счет “вторжения” расширяющейся Вселенной либо в вакуум типа псевдоевклидова пространства, либо в пространство других космических систем Вселенной. Существование абсолютного вакуума нельзя допустить, ибо пространство является атрибутом материи и вне ее не существует. Остается признать расширение во внутреннее пространство других материальных систем, которые сами могут как сжиматься, так и расширяться, развиваясь по собственным законам. Но тогда современная космологическая теория будет охватывать лишь Метагалактику.

Можно, правда, встать на другую точку зрения и допустить, что расширение Вселенной действительно происходит, но никакого внешнего объемлющего пространства и других космических систем не существует; просто само пространство как бы создается в процессе расширения Вселенной, в том смысле, что с течением времени увеличивается расстояние между любыми точками и изменяется геометрия пространства.

Но такая точка зрения заключает в себе внутренние противоречия. Если бы было расширение пространства самого по себе, то происходило бы увеличение размеров всех материальных систем: элементарных частиц, атомов, молекул, планет, звезд, галактик, причем в той же пропорции, что и увеличение расстояний между галактиками. Между тем ничего подобного в мире не происходит, имеется расширение только в масштабах Метагалактики.

В литературе по космологии высказывается мнение, что различные космологические модели Вселенной, выдвинутые на основе решения уравнений общей теории относительности, могут характеризовать не просто одну нашу Вселенную, но разные состояния Вселенной в разные периоды ее существования в прошлом и будущем, аналогично потенциально возможным мирам в концепции Лейбница. Все, что не запрещено законами природы, где-нибудь и когда-нибудь может быть реализовано.