

## СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О СТРОЕНИИ ВСЕЛЕННОЙ

Королёв В. Н.

Научный руководитель – доцент Боронова Н. А.  
*Сибирский федеральный университет, г. Красноярск*

Звездное небо во все времена занимало воображение людей. Почему зажигаются звезды? Сколько их сияет в ночи? Далеко ли они от нас? Есть ли границы у звездной Вселенной? С глубокой древности человек задумывался над этими и многими другими вопросами, стремился понять и осмыслить устройство того большого мира, в котором мы живем.

Самые ранние представления людей о космосе сохранились в сказках и легендах. Прошли века и тысячелетия, прежде чем возникла и получила глубокое обоснование и развитие наука о Вселенной, раскрывшая нам замечательную простоту, удивительный порядок мироздания. Недаром еще в Древней Греции Вселенную называли Космосом, и это слово первоначально в переводе с греческого означало «порядок» и «красоту».

Системы мира – это представления о расположении в пространстве и движении Земли, Солнца, Луны, планет, звезд и других небесных тел. Недаром астрономия считается одной из самых древних наук о природе. Не потеряли интереса к изучению проблем космоса и современные учёные, они смотрят глубже, их интересует не просто вопрос, что есть Вселенная?

Современные ученые ищут ответы на следующие вопросы:

- 1) Что было, когда Вселенная рождалась?
- 2) Как давно это было и как происходило?
- 3) Рождалась ли Вселенная вообще или она глобально стационарна?

Для поиска ответов на эти непростые вопросы в астрономии появилась новая отрасль – космология. Космология – это совокупность накопленных теоретических положений о строении вещества и структуре Вселенной как цельного объекта, так и отдельные научные знания охватываемого астрономическими наблюдениями мира как части Вселенной. Модели Вселенной, как и любые другие, строятся на основе тех теоретических представлений, которые существуют в данное время в космологии. Современная космология возникла после появления общей теории относительности и поэтому ее в отличие от прежней, классической, космологии называют релятивистской. Эмпирической базой для нее послужили открытия внегалактической астрономии, важнейшим из которых, несомненно, было обнаружение явления «разбегания» галактик. В 1929 г. американский астроном Э.П. Хаббл (1889 — 1953) установил, что свет, идущий от далеких галактик, смещается в сторону красного конца спектра. Это явление, получившее название красного смещения, согласно принципу Доплера, свидетельствовало об удалении («разбегании») галактик от наблюдателя.

Новый этап развития представлений был связан с исследованиями русского ученого А.А. Фридмана (1888 — 1925), которому удалось впервые теоретически доказать, что Вселенная, заполненная тяготеющим веществом, не может быть стационарной, а должна периодически расширяться или сжиматься. Этот принципиально новый результат нашел свое подтверждение после обнаружения Хабблом красного смещения, которое было истолковано как явление «разбегания галактик», свидетельствующее о расширении Вселенной. В связи с этим на первый план выдвигаются именно проблемы исследования расширения Вселенной и определения ее возраста по продолжительности этого расширения.

Стали искать различные варианты ответов на поставленные вопросы, выдвигать различные теории и гипотезы. Так появилась Теория Большого взрыва и гипотезы, описывающие первые мгновения рождения Вселенной, ее структуризацию и развитие. А был ли большой взрыв, и справедлива ли эта теория на данный момент времени? Академик Я.Б. Зельдович писал по этому поводу в 1983 г.: «Теория Большого взрыва» в настоящий момент не имеет сколько-нибудь заметных недостатков. Я бы даже сказал, что она столь же надежно установлена и верна, сколь верно то, что Земля вращается вокруг солнца. Обе теории занимали центральное место в картине мироздания своего времени, и обе имели много противников, утверждавших, что новые идеи, заложенные в них, абсурдны и противоречат здравому смыслу. Но подобные теории не в состоянии препятствовать успеху новых теорий».

На чем основана уверенность академика Я.Б. Зельдовича в справедливости теории «горячей Вселенной»? Имеется ряд данных, которые подтверждают теорию Большого взрыва.

Во-первых, это данные о возрасте небесных тел. Мы знаем, что возраст Солнечной системы близок к 4,6 млрд. лет. Менее точно известен возраст самых старых звезд, скорее всего он близок к возрасту нашей и других галактик (10-15 млрд. лет). Следовательно, данные о возрасте небесных тел сопоставимы с данными о возрасте Метагалактики.

Второе подтверждение состоит в том, что данные радиоастрономии свидетельствуют, что в прошлом далекие внегалактические источники радиоизлучения излучали интенсивней, чем сегодня, следовательно, эти источники эволюционируют. Когда сегодня мы наблюдаем мощный источник радиоизлучения, необходимо помнить о том, что перед нами его далекое прошлое, ведь сегодня радиотелескопы принимают волны, которые были излучены миллиарды лет назад. Факт, что радиогалактики и квазары эволюционируют, причем время их эволюции совпадает со временем существования Метагалактики, говорит в пользу теории Большого взрыва.

Третьим важным подтверждением рассматриваемой теории является наблюдаемая распространенность химических элементов с тем соотношением гелия и водорода (1/4 и 3/4 соответственно), которое возникло во время первичного термоядерного синтеза.

Главным же подтверждением теории Большого взрыва («горячей Вселенной») считается открытие реликтового излучения. В чем суть открытого реликтового излучения?

Так называемый «отрыв» излучения от вещества происходил, когда температура в расширяющейся Вселенной была порядка 3000 – 4000 К. В ходе последующего расширения Вселенной температура снижалась, но характер излучения (его спектр) сохранился до наших дней, напоминая о далекой «молодости» Метагалактики.

Советский астрофизик И.С. Шкловский предложил называть это излучение реликтовым. Теория предсказала существование реликтового излучения.

Теоретические оценки температуры реликтового излучения были даны в 40 – 50 г.г. в работах Г.А. Гамова, а затем его учеников Р. Альфреда и Р. Германа. В 1964 г. советские астрофизики И.Д. Новиков и А.Г. Дорошкевич впервые выполнили конкретные расчеты интенсивности излучения различных объектов: звезд, межзвездной пыли, галактики и т.д.

В конце 60-х годов группа американских ученых во главе с Р. Дикке приступила к попыткам обнаружить реликтовое излучение. Но их опередили А. Пензиас и Р. Вильсон, получившие в 1978 г. Нобелевскую премию за открытие микроволнового фона (это официальное название реликтового излучения) на волне 7,35 см.

Современная наука, рассматривая дальнейшую судьбу Вселенной, останавливается на двух вариантах – открытой и замкнутой Вселенной. Если предположить, что Вселенная замкнута, в этом случае в течение 40-50 миллиардов лет ничего существенного не произойдет. Галактики будут все дальше разбегаться друг от друга, пока в какой-то момент самые дальние из них не остановятся и Вселенная не начнет сжиматься. На смену красному смещению спектральных линий придет синее. К моменту максимального расширения большинство звезд в галактиках погаснет, и останутся в основном небольшие звезды, белые карлики и нейтронные звезды, а также «черные дыры», окруженные роем частиц – в большинстве своем фотонов и нейтронов. Наконец, через примерно 100 миллиардов лет начнут сливаться воедино галактические скопления; отдельные объекты сначала будут сталкиваться очень редко, но со временем Вселенная превратится в однородное «море» скоплений. Затем начнут сливаться отдельные галактики, и, в конце концов, Вселенная будет представлять собой однородное распределение звезд и других подобных объектов. Станут образовываться и расти «черные дыры». Будет повышаться температура фонового излучения; в конце концов, она почти достигнет температуры поверхности Солнца и начнется процесс испарения звезд. Перемещаясь на фоне ослепительно яркого неба, они подобно кометам будут оставлять за собой состоящий из паров след. Но вскоре все заполнит рассеянный туман и свет звезд померкнет. Вселенная потеряет прозрачность также как после Большого взрыва.

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

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

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

Весьма интересную, но очень спорную теорию предложил американский физик-теоретик Джон Уилер. Воспользовавшись идеей Хокинга, согласно которой фундаментальные константы «теряют» свои числовые значения при достаточно высоких плотностях, он показал, что цикл осцилляции не обязательно должен удлиняться. Из-за принципа неопределенности значения констант утрачиваются, когда Вселенная сжимается до почти бесконечной плотности. После возможного «отскока» и нового расширения эти константы могут получить совершенно иные значения. Продолжительность циклов

в таких обстоятельствах также будет меняться, но случайным образом; одни циклы станут очень длинными, а другие короткими.

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

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

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

Хотя академик Я.Б. Зельдович не сомневался в правильности теории Большого взрыва, и в ее пользу говорит целый ряд научных фактов, расчетов и гипотез, некоторые ученые скептически относятся к ней. В основе их аргументации лежат факты и вопросы, не нашедшие своего освещения в теории Большого взрыва:

Во-первых, теория Большого взрыва не дает ответов на следующие вопросы:

1. Что заставило вещество Вселенной расширяться?
2. Что происходило до начала расширения, до момента сингулярности?
3. Конечны ли пространство и масса?
4. Откуда они берутся?

Во-вторых, несмотря на то, что теория Большого взрыва основывается на общей теории относительности, она допускает разбегание некоторых частиц со скоростями, превышающими скорости света. Кроме этого, указывая на ограничения возможной плотности вещества (не более  $10^{97}$ ), выдвигается гипотеза о первоначальной точечности Вселенной и, следовательно, о бесконечной плотности вещества (т. к. масса бесконечна).

В-третьих, довольно абстрактно и вольно рассматриваются такие сложные вопросы, как границы и открытость Вселенной, евклидова и неевклидова модель Вселенной.

В-четвертых, не находят веского фактического подтверждения существование таких частиц как гипероны и мезоны, которые по теоретическим выкладкам «удобно» вписываются в существующую теорию.

Основное же замечание состоит в том, что все методы анализа, исследования, выдвижение теорий и гипотез осуществляется при высокой степени допущений. Такая степень допущений не позволительна для такой глобальной теории, как теория Большого взрыва.

В целом знаний, имеющихся в распоряжении человечества, недостаточно для окончательного рассмотрения эволюции Вселенной: данный вопрос требует дальнейших серьезных исследований.