

### Модель расширяющейся Вселенной

Модель Вселенной Эйнштейна стала первой космологической моделью, базирующейся на выводах общей теории относительности. Это связано с тем, что именно тяготение определяет взаимодействие масс на больших расстояниях. Поэтому теоретическим ядром современной космологии выступает теория тяготения – общая теория относительности. Эйнштейн допускал в своей космологической модели наличие некой гипотетической отталкивающей силы, которая должна была обеспечить стационарность, неизменность Вселенной. Однако последующее развитие естествознания внесло существенные коррективы в это представление.

Пять лет спустя, в 1922 г., советский физик и математик А. Фридман на основе строгих расчетов показал, что Вселенная Эйнштейна не может быть стационарной, неизменной. При этом Фридман опирался на сформулированный им космологический принцип, который строится на двух предположениях: об изотропности и однородности Вселенной. Изотропность Вселенной понимается как отсутствие выделенных направлений, одинаковость Вселенной по всем направлениям. Однородность Вселенной понимается как одинаковость всех точек Вселенной: мы можем проводить наблюдения в любой из них, и везде увидим изотропную Вселенную.

Фридман на основе космологического принципа доказал, что уравнения Эйнштейна имеют и другие, нестационарные решения, согласно которым Вселенная может либо расширяться, либо сжиматься. При этом речь шла о расширении самого пространства, т.е. об увеличении всех расстояний мира. Вселенная Фридмана напоминала раздувающийся мыльный пузырь, у которого и радиус, и площадь поверхности непрерывно увеличиваются.

Первоначально модель расширяющейся Вселенной носила гипотетический характер и не имела эмпирического подтверждения. Однако в 1929 г. американский астроном Э. Хаббл обнаружил эффект «красного смещения» спектральных линий (смещение линий к красному концу спектра). Это было истолковано как следствие эффекта Доплера – изменение частоты колебаний или длины волн из-за движения источника волн и наблюдателя по отношению друг к другу. «Красное смещение» было объяснено как следствие удаления галактик друг от друга со скоростью, возрастающей с расстоянием. Согласно последним измерениям увеличение скорости расширения составляет примерно 55 км/сна каждый миллион парсек.

В результате своих наблюдений Хаббл обосновал представление, что Вселенная – это мир галактик, что наша Галактика – не единственная в ней, что существует множество галактик, разделенных между собой огромными расстояниями. Вместе с тем Хаббл пришел к выводу, что межгалактические расстояния не остаются постоянными, а увеличиваются. Таким образом, в естествознании появилась *концепция расширяющейся Вселенной*.

Какое же будущее ждет нашу Вселенную? Фридман предложил три модели развития Вселенной.

В *первой модели* Вселенная расширяется медленно для того, чтобы в силу гравитационного притяжения между различными галактиками расширение Вселенной замедлялось и в конце концов прекращалось. После этого Вселенная начинала сжиматься. В

этой модели пространство искривляется, замыкаясь на себя, образуя сферу. Во *второй модели* Вселенная расширялась бесконечно, а пространство искривлено как поверхность седла и при этом бесконечно. В *третьей модели* Фридмана пространство плоское и тоже бесконечное.

По какому из этих трех вариантов идет эволюция Вселенной, зависит от отношения гравитационной энергии к кинетической энергии разлетающегося вещества.

Если кинетическая энергия разлета вещества преобладает над гравитационной энергией, препятствующей разлету, то силы тяготения не остановят разбегания галактик, и расширение Вселенной будет носить необратимый характер. Этот вариант динамической модели Вселенной называют *открытой Вселенной*. Если же преобладает гравитационное взаимодействие, 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). Такой вариант модели назван *осциллирующей*, или *закрытой*, *Вселенной*. В граничном случае, когда силы гравитации точно равны энергии разлета вещества, 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.

Наблюдаемое нами разбегание галактик есть следствие расширения 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. Когда Э. Хаббл показал, что далекие галактики разбегаются друг от друга со все возрастающей скоростью, был сделан однозначный вывод о том, что наша Вселенная расширяется. Но расширяющаяся Вселенная – это изменяющаяся Вселенная, мир со всей своей историей, имеющий начало и конец. Постоянная Хаббла позволяет оценить время, в течение которого продолжается процесс расширения Вселенной. Получается, что оно не менее 10 млрд. и не более 19 млрд. лет. Наиболее вероятным временем существования расширяющейся Вселенной считают 15 млрд. лет. Таков приблизительный возраст нашей Вселенной.