

О МЕХАНИЗМЕ РАСШИРЕНИЯ ВСЕЛЕННОЙ

Открытие в начале 20 века красного смещения в спектрах излучения галактик выявило, что Вселенная является нестационарной системой, галактики в которой удаляются друг от друга (разбегаются) согласно закону Хаббла [1] со скоростью $v \approx H_0 \cdot R$, где H_0 – постоянная Хаббла, R – расстояние до галактики. Последующее изучение движения галактик обнаружило его некоторые особенности [2]:

- в ближних окрестностях нашей галактики, ряд галактик, находящихся на расстоянии более 1-2 Мпк от нее, удаляется по закону Хаббла, образуя местный хаббловский поток, а другие, находящиеся ближе (Местная группа), движутся иначе, аналогичное поведение – разделение галактик на движущиеся согласно закону Хаббла и не подчиняющиеся этому закону, характерно и для других скоплений галактик;

- значение постоянной Хаббла, определенное для сравнительно небольших объемов пространства с неравномерным распределением галактик, близко к ее значению для значительных по размеру областей Вселенной, в которых галактики распределяются равномерно, местная постоянная Хаббла составляет 72 ± 8 км/с/Мпк, в масштабах от 4 до 200 Мпк значение постоянной Хаббла составляет 62 ± 7 км/с/Мпк;

- наблюдение сверхновых звезд выявило положительное ускорение движения (разбегания) наиболее удаленных галактик.

Основной причиной разбегания галактик называют, подтверждаемое теоретически, явление антитяготения, порождаемое действием «темной энергии», причем считается, что граница в 1,3 – 1,5 Мпк обусловлена началом преобладания антитяготения над тяготением [2]. Однако природа и механизм действия «темной энергии» остаются до настоящего времени невыясненными и поэтому гипотеза о наличии «темной энергии» представляется спорной.

В качестве альтернативы предлагается другая гипотеза, объясняющая причины разбегания галактик, в соответствии с которой удаление галактик друг от друга связано с уменьшением плотности распределения галактик в результате их свободного перемещения по пространству (блуждания), описываемого законом нормального распределения. Такое движение галактик возможно, если гравитационное взаимодействие между ними осуществляется иначе, чем это следует из закона Всемирного тяготения, и не является определяющим для их поведения. Возможность отклонения величины гравитационного притяжения галактик от закона Всемирного тяготения отмечена в [3]. Суть альтернативной модели изложена ниже.

Пусть имеется трехмерное пространство, разбитое на одинаковые ячейки с размерами $1 \times 1 \times 1$, пронумерованные от центра пространства так, что номера ячеек вдоль каждой оси принимают значения: $0; \pm 1; \pm 2; \pm 3 \dots$. Пусть некоторый объект, первоначально находившийся в ячейке с номером «0, 0, 0» - центр пространства, осуществляет переходы по трем осям одновременно, изменяя за один шаг номер ячейки, в которой находится, на единицу вдоль каждой оси, при этом вероятности увеличения или уменьшения

номеров ячеек равны. Тогда, по теореме Лапласа [4], после совершения n переходов, вероятность попадания объекта в ячейку с номером $(m_x; m_y; m_z)$ составит $P_{n,m} \approx (2/\pi n)^{3/2} \cdot \exp[-(m_x^2 + m_y^2 + m_z^2)/2n]$. Если переходы по трехмерному пространству из ячейки «0, 0, 0» совершают одновременно N объектов, а время совершения одного шага $\tau = t/n$, где t - время, прошедшее с начала блуждания, то величина $v_r \approx r \cdot [1 - (m_x^2 + m_y^2 + m_z^2)/3n]/2t$, где r - минимальное расстояние между объектами, является скоростью относительного движения соседних объектов в ячейке $(m_x; m_y; m_z)$, при условии, что объекты распределены в ячейке равномерно. Такая скорость может быть, как больше нуля – взаимное удаление объектов при $(m_x^2 + m_y^2 + m_z^2) < 3n$ – область уменьшения плотности распределения объектов, так и меньше нуля – взаимное сближение объектов при $(m_x^2 + m_y^2 + m_z^2) > 3n$ – область увеличения плотности распределения объектов. Величина $H = [1 - (m_x^2 + m_y^2 + m_z^2)/3n]/2t$ подобна постоянной Хаббла H_0 .

Если $r = l$ – размер ячейки, то $v_1 \approx l \cdot [1 - (m_x^2 + m_y^2 + m_z^2)/3n]/2t$ представляет собой, условно, скорость линейного расширения указанной ячейки. Если объекты, для которых определяется скорость их взаимного удаления, расположены в разных ячейках пространства, то искомая величина скорости определяется суммой скоростей расширения ячеек, расположенных между данными объектами.

Рассмотрим движение объекта относительно центра пространства. Пусть объект находится в ячейке $m_x = m_y = m_z = m$. Тогда, при $m \gg 1$, расстояние от центра пространства до объекта $R \approx 3^{1/2}ml$, а скорость его удаления от центра пространства $v_r \approx R \cdot (1 - m^2/3n)/2t$, где m – пропорционально расстоянию до удаляющегося объекта, а n – пропорционально времени, прошедшему с начала блуждания, причем величины m и n – безразмерные. Ускорение удаления от центра пространства объекта, находящегося в ячейке $m_x = m_y = m_z = m$, определяется выражением $a \approx R \cdot (2m^2/3n - 1)/2t^2$. При $m > (3n/2)^{1/2}$, ускорение удаления положительно ($a > 0$), а величина H уменьшается более чем в два раза по сравнению с ее значением в центре пространства при $m = 0$ ($H < 0,5/2t$).

В ячейке $m_x = m_y = m_z = m$, при $m > (3n/2)^{1/2}$, вероятность появления объекта $P_{n,m} < 0,1 \cdot (2/\pi n)^{3/2}$. То есть, изменение плотности распределения объектов по пространству, в области отрицательных значений ускорений удаления, достаточно мало изменяется (в пределах одного порядка) от расстояния до центра пространства, и в большей степени зависит от прошедшего с момента начала блуждания времени (количества совершенных шагов).

Как видно из вышеизложенного, если большую часть наблюдаемой Вселенной отождествить с областью отрицательных значений ускорения удаления объектов, а место наблюдения (галактику Млечный путь) считать расположенным достаточно глубоко внутри этой области, то поведение объектов, участвующих в процессе случайного блуждания, аналогично поведению галактик:

- скорость взаимного удаления объектов, также как и в законе Хаббла, приблизительно пропорциональна расстоянию между ними и обратно пропорциональна времени, прошедшего с начала блуждания;

- при увеличении расстояния между объектами, скорость взаимного удаления объектов отклоняется от линейной зависимости в сторону уменьшения, что находит подтверждение в некотором уменьшении величины постоянной Хаббла с увеличением расстояний, для которых эта постоянная определялась;

- на значительных расстояниях от центра пространства, ускорение движения (удаления) объектов положительно так же, как ускорение разбегаания наиболее удаленных галактик.

Тот факт, что величина постоянной Хаббла, определенная для небольших объемов пространства с неравномерным распределением галактик, близка к ее значению для значительных по размеру областей, в которых галактики распределяются равномерно, подтверждает независимость этой постоянной от плотности распределения вещества в пространстве.

В области снижения плотности объектов, вплоть до границ возникновения положительных значений ускорения их удаления от центра пространства, различия в плотности распределения объектов по величине не превышают одного порядка, что близко к ситуации с приблизительно равной плотностью распределения галактик в наблюдаемой части Вселенной [2].

Разделение галактик на «Местную группу» и хаббловский поток может быть объяснено следующим образом. Скорость движения галактики содержит случайную и систематическую составляющие. Случайная составляющая – это собственная скорость галактики, как предполагается независимая от расстояния до этой галактики. Систематическая составляющая – это скорость, связанная с уменьшением плотности распределения галактик вследствие их свободного блуждания, приблизительно линейно увеличивающаяся с расстоянием. Если галактики расположены сравнительно недалеко друг от друга, систематическая составляющая меньше случайной – галактики движутся в произвольных направлениях. При увеличении расстояния между галактиками, величина систематической составляющей возрастает – галактики разбегаются.

Если предлагаемая альтернативная гипотеза верна, то в закономерностях движения галактик должно наблюдаться следующее:

- отношение скорости удаления галактики к расстоянию до нее должно уменьшаться при увеличении этого расстояния;

- ускорения удаления галактик должны иметь преимущественно отрицательные значения, положительные значения должны наблюдаться на больших расстояниях от места наблюдения, при низких, относительно величины местной постоянной Хаббла, значениях этой постоянной;

- в области наблюдаемой Вселенной (до границ возникновения положительных значений ускорения удаления) должна проявляться пространственная анизотропия плотности распределения галактик (в пределах одного

порядка) и величины постоянной Хаббла (до двукратного уменьшения относительно местной постоянной Хаббла).

Источники:

1. Физика: Энциклопедия./Под ред. Ю.В. Прохорова. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. – 944 с.: ил.
2. И.Д. Караченцев, А.Д. Чернин. Темная энергия в ближней Вселенной.
<http://inauka.ru/>.
3. А.Б. Кайнов. Физика темноты или умножение сущностей.
<http://ankajnov.narod.ru/>.
4. Математика: Энциклопедия./Под ред. Ю.В. Прохорова. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2003. – 845 с.: ил.

А. Кайнов. Январь 2010 г.