**Этюды о Вселенной**

Георгий Чиняков

В начале был взрыв...

Известный всем закон Хаббла, по которому разбегаются все галактики и другие объекты Вселенной, может рассказать или точнее дать более обширную информацию о динамике Вселенной, если взглянуть на него как на формулу из учебника математики или физики и не смотря на то, что он носит гордое название закона, взять производную. Напомню, что закон имеет следующий вид:

V = Hr,

где: V – скорость объекта Вселенной, H – постоянная Хаббла, r – расстояние до объекта.

Чем дальше мы вглядываемся в просторы Вселенной, тем дальше мы двигаемся по шкале времени, уходя от наших дней все дальше в прошлое Вселенной. Т.к. свет двигается с постоянной скоростью, то задержка времени с которой мы получаем информацию об объектах Вселенной, а именно о скорости, расстоянии и в том числе о постоянной Хаббла, будет пропорциональна расстоянию до объекта поделенной на скорость света:

t = –r/c,

где: t – задержка времени, r – расстояние, c – скорость света (т.к. мы вглядывается в прошлое, то перед дробью стоит знак минус).

Возьмем производную:

V' = a = (Hr)' = d(Hr)/dt = –H(dr/dr)c = –Hc.

Производная от скорости, есть ускорение, в данном случае замедление, т.к. знак минус. Первый вывод, который можно сделать, это постоянство ускорения, которое не зависит ни от возраста Вселенной, ни от расстояния до объектов. Можно вычислить его величину: подставив соответствующие значения:

a = Hc = 50км/c мпк · 300000 км/c = –5·10–10 м/с2.

Теперь вычислим время необходимое объекту вылетевшему при взрыве Вселенной со скоростью света, чтобы улететь на максимальное расстояние или иными словами половину Возраста Вселенной. Вторую половину своей жизни Вселенная увы будет сжиматься т.к. все объекты имеют постоянное замедление. Формула равнозамедленного движения будет выглядеть следующим образом:

Vk = c – aT,

где: Vk – конечная скорость равная нулю, c – скорость света, a – ускорение, вернее замедление, Т – возраст Вселенной на момент максимального расширения.

T = c/a ≈ 300000 м/с / 5·10–10 м/с 2 ≈ 6·1017 с ≈ 2·1010 лет.

В зависимости от уточнения Н значение это может меняться. Полный цикл расширение-сжатие будет длиться примерно сорок миллиардов лет.

Принимая во внимание, что законы физики никто еще не отменил, то можно вычислить распределение плотности вещества во Вселенной. На любой объект Вселенной действуют две силы: сила инерции и сила гравитации, которые уравновешивают друг друга.

Fин = –ma,

где: m – масса объекта, a – ускорение, Fин – сила инерции.

Fгр = G(Mm/R2),

где: Fгр – сила гравитации, G – гравитационная постоянная, m – масса объекта, r – расстояние до объекта, M – масса вещества заключенного в объеме радиусомr.

Ma = G(Mm/r 2) Hc = G(4πρr 3/3r 2)

Мы заменили массу вещества плотностью, теперь найдем зависимость плотности от радиуса:

ρ = 3/4(HcG)/πr,

где: ρ – плотность вещества во Вселенной.

Вывод, который можно сделать не утешителен: плотность вещества во Вселенной зависит от радиуса. Это прямой вывод из закона Хаббла, и это означает, что Вселенная не изотропна и не однородна, что противоречит современным представлениям об устройстве Вселенной. Иными словами сторонний наблюдатель нашу Вселенную не как пространство равномерно заполненное галактиками и их скоплениями, а нечто подобное шаровым скоплением звезд, где плотность объектов увеличивается к центру. Вопрос стал о центре, может ли быть центр у вселенной? По современным представлениям, однозначно, как говорят некоторые, нет. Но факты... измерение интенсивности реликтового излучения в разных направлениях, позволяет сделать вывод, что наша Галактика движется относительно реликтового излучения. Пока трудно утверждать к центру или от него мы движемся, но то что оно есть несомненно.

Кстати говоря, зная скорость движения нашей галактики и примерный возраст Вселенной производя не очень утомительные расчеты можно сделать вывод, что мы не очень далеко, по масштабам Вселенной удалились от её центра.

Еще можно сделать вывод, что закон Хаббла не совсем точен. Дело в том, что если скорость разлета вещества после Большого Взрыва были меньше определенного значения, то оно на данный момент времени, должно было подвергнуться сжатию.

Скорость и расстояние объектов, которые на данный момент подвержены сжатию, можно вычислить по формулам:

V0 = aT,

где: Т – возраст Вселенной;

R = aT2/2

Это означает, что туманность Андромеды движется к нашей Галактике не потому, что собственная скорость больше скорости расширения Вселенной, а потому что процесс расширения между нашими галактиками закончился и начался процесс сжатия. Если подставить соответствующие значения в данные формулы, то можно заметить, что процесс расширения Вселенной либо закончился, либо заканчивается.

А закон Хаббла будет выглядеть следующим образом:

V = Vo + Hr,

где Vo – скорость сближения объектов находящейся вблизи Галактики в предельном случае при R=0. Скорее всего он имеет логарифмический характер, но при больших расстояниях незначительно отличается от первоначального варианта линейной зависимости. Можно попытаться вычислить максимальные размеры Вселенной на момент максимального ее расширения при Т=2·1010 лет. Максимальные значения при равнозамедленном движении определяются формулой:

Rмакс = cT – aT2/2.

При подстановки соответствующих значений получим величину приблизительно равную 3·109 пк или 1010 св. лет. Или учитывая ранее приведенные зависимость данная формула может выглядеть так:

Rmax = c2/a – ac2/2a2 = c2/2a.

Это выражение удобно при вычислении средней плотности вещества при максимальном расширении Вселенной:

ρср = 3/4HcG/πRмакс = 3/2HGca/π.

Подставляя значение получим примерный результат

ρср≈ 10–25кг/м3≈ 10–28гр/см3, что приблизительно равно критической плотности ρкр≈ 10–29гр/см3.

Неплохо бы узнать массу Вселенной М:

М = ρсрV = ρср4/3πr3макс≈ 0,2·1053 кг.

Т.о. в нашей Вселенной примерно 200млрд галактик, по массе равными нашей. Возникает вопрос, что представляет собой величина Н, т.е. постоянная Хаббла. Получается так, что она является действительно постоянной, как бы мы далеко не вглядывались в дали Вселенной, соотношение расстояния и скорости сохраняется. Хотя есть еще один вариант; если возраст Вселенной связан с дальностью до объекта поделенной на скорость света, примерно, таким образом:

1/Н ≈ (Тr/с)к, ???

Но это отдельная история.

**Гравитационная энергия**

Со школьной скамьи понятие энергии объясняется, как способность тела совершать какую-то работу, а знаменитая формула Эйнштейна говорит об эквивалентности массы и энергии. Гравитационная энергия отличается от других видов энергии тем, что она по современным представлениям имеет отрицательное значение. Тут кроется противоречие, придется признать и то, что масса тела тоже может иметь отрицательное значение, что само по себе абсурд. Я уже не говорю о парадоксах или неувязках в астрономии связанных с понятием гравитационной энергии.

Напомню, что гравитационная энергия определяется:

Eгр = –G·M2/r,

где: G – гравитационная постоянная, M – масса объекта, r – радиус объекта.

По определению никакая энергия не может иметь отрицательное значение.

В случае с гравитационной энергией по приведенной выше формуле вычисляется работа тела (или тел) уже выполненная гравитационной энергией, а это не одно и тоже. Иногда хотелось бы узнать, а сколько гравитационной энергии осталось. Несмотря, на то что данная формула позволяет решать большой класс задач, в некоторых случаях она ставит в тупик, либо приводит к парадоксам, что связанно с неправильным пониманием и применением данного тождества.

Поставим задачу определить максимальную гравитационную энергию при взаимодействии двух материальных точек массой m. Максимум гравитационной энергии у данной системы, состоящей из двух материальных точек массами m будет при расстоянии между ними равном бесконечности.

При сближении этих тел потенциальная энергия будет превращаться в кинетическую энергию этих тел, которая вычисляется как:

Екин = mV2/2.

Максимальное значение эта энергия может приобрести при скорости близкой к скорости света, которая является пределом. А значит максимальное значение кинетической энергии данной системы равно:

Еmax = mc2/2 + mc2/2 = Mc2/2.

где: М – масса системы, с – скорость света.

Т.к. в данном случае гравитационная энергия может превращаться только в кинетическую, то и максимальное значение этой энергии для данной системы при расстоянии равном бесконечности тоже не может превышать этой величины. Поскольку нет причин считать ее меньшей (во всяком случае по порядку величин), то она будет равна данной величине. Любителям спецэффектов теории относительности, поясняю что в данном случае при приближении к скорости света увеличение сил инерции от роста массы, компенсируется ростом сил гравитации поэтому их можно не учитывать.

В любой момент времени, когда тела разделяет расстояние r, гравитационная энергия будут равна:

Егр = Mc2/2 – GM2/r.

Определим, при каком значении r гравитационная энергия равна нулю:

0 = Мс2/2 – GM2/2r – Mc2/2= GM2/r – r = 2GM/c2,

т.е. при гравитационном радиусе?!

Скорее всего, это объясняется тем, что есть предел, при котором материя в виде вещества существовать не может. Если радиус звезды (допустим) равен двум гравитационным радиусам, то гравитационная энергия определиться:

Егр = Mc2/2 – GM2/4GM = Mc2/4.

Если четырем, то:

Егр = Mc2/2 – GM2c2/8GM = 3/8Mc.

А так как у большинства звезд радиус значительно больше, то гравитационную энергию можно приблизительно вычислить по более простой формуле:

Егр ≈ Мс2/2.

Т.к. сжатие космических объектов под действием сил тяжесть проходит с потерей части массы, то работа сил гравитации по сжатию таких объектов будет определяться:

∆Егр = Е0 – Е1 = (М0с2/2 – GM0/R0) – (M1c2/2 – GM12/r1).

Для радиусов много больше гравитационного.

∆Егр ≈ ∆Мс2/2,

где ∆М – потерянная масса объекта.

Используя такой подход к гравитационной энергии можно решить большое количество проблем в астрономии. Рассмотрим эволюцию и строение звезд.

Предложенная формула гравитационной энергии не запрещает звездам и другим объектам Вселенной иметь сколько угодно большую массу, т.к. теперь гравитационная энергия пропорциональна массе, в то время как по старой она была пропорциональна квадрату массы, что приводило в противоречие с наблюдаемыми данными. Эволюция звезд с использованием старой формулы предполагала три типа конечного состояния «мертвых» звезд: белые карлики, нейтронные звезды, «черные дыры», в зависимости от первоначальной массы. Новая не запрещает эволюционировать звездам из главной последовательности в белый карлик, и потом нейтронную звезду. Это происходит по видимому, при взрыве сверх новых звезд 2-го типа, когда звезда первоначально превращается в белый карлик, и через несколько дней в нейтронную звезду, хотя возможны и другие варианты.

К сожалению, для почитателей «черных дыр» данная формула делает проблематичной существование таких релятивистских объектов, одна из причин: гравитационная энергия любого тела не превышает энергию необходимую для сжатия вещества до такого состояния. Да и сама природа делает нам подсказку: чем сильнее сжимается объект, тем больше выделяется энергии, скорее всего при достижении гравитационного радиуса, а вернее сказать, критических условий, вещество «испариться», превращаясь в электромагнитную излучение и другие виды материи.

В заключение можно сказать, что запас гравитационной энергии можно получить другим путем, а именно интегрированием известной формулы F=Gmm/R2 по R от ∞ до гравитационного радиуса R

Знаменитая формула эквивалентности энергии и массы Еэк=mc2 является также формулой максимальной энергии, которую может иметь система массой m. Действительно, рассмотрим задачу сближения двух материальных точек массой m со скоростями 3/4с для определенности.

Попробуем определить энергию данной системы.

Кинетическая энергия каждой точки:

Екин = m(3/4с)2/2

Суммарная кинетическая энергия:

Еобщ = Екин1 + Екин2 = m(3/4с)2/2 + m(3/4с)2/2.

В Ньютоновской физике:

Еобщ = m(3/4с)2/2 + m(3/4с)2/2 = 0,56 Мс2.

В ОТО результат будет несколько иной, ведь сложение скоростей выглядит иначе:

V = (3/4c + 3/4c)/(1 + (2/3)2c2)/c2 = 0,96c, где М = m + m, Екин = 0,46Мс2.

Аналогично найдем полную энергию, которая равна сумме эквивалентной и кинетической энергий.

Епол = Еэкв + Екин = Мс2 + М(0,96с)2,

Vсум = (с + 0,96)/(1 + 0,96с2/с2) = с.

Итак, полная энергия любого тела равна Епол=Еэкв=Мс2, половина из которой гравитационная.

Я думаю, данная формула принесет еще не мало сюрпризов, но с другой стороны может помочь в решении многих проблем.

**Спиральная структура галактик**

Большинство галактик нашей Вселенной, около 70%, имеет спиральную структуру. Логично предположить, что есть определенная связь между спиральным узором галактик и структурой Вселенной до галактической эпохи. «Большой» взрыв – основная рабочая модель эволюции Вселенной. Жаль что мы не имеем возможности (во всяком случае пока...) видеть структуру Вселенной той далекой эпохи, зато у нас есть «под рукой» некое подобие, можно сказать модель ее, я имею в виду Крабовидную туманность. В этой туманности образованной таким взрывом хорошо просматривается волокнистая структура газа, а что если и Вселенная после взрыва имела подобную волокнистую структуру. Газ под действием гравитационных сил сжимался в волокна, в дальнейшем волокна разрывались, узлы волокон служили центром гравитационного сжатия, а т.к. волокна имели составляющую вихревого движения, то волокна закручивались и сжимаясь образовывали спиральный узор. Единый начальный момент вращения волокна из которого образовалась галактика хорошо объясняет «кривую вращения» галактик, а именно распределение скоростей вращения вещества в галактиках. С другой стороны хорошо объясняется сохранность этого узора в течение длительного времени. Если сейчас наше Солнце делает один оборот за 250млн лет вокруг галактического центра, то предыдущий – за 500млн лет, а до этого – за 1млрд лет, так что за 15...20млрд лет – это возраст Галактики, было сделано 7...8 оборотов относительно внешних систем отсчета т.е. относительно других галактик. Движение ветвей галактик относительно друг друга еще меньше, поэтому спиральная структура достаточно устойчивая.

В зависимости от того, как распределена масса вещества в волокне галактике до галактической эпохи, т.е. сосредоточена в центре или, более менее, распределено равномерно будет зависеть наличие так называемого бара или другими словами перемычки. Эволюция галактик идет в направлении от менее закрученных к более закрученным и далее к эллиптическим.

Волокнистая структура Вселенной после взрыва хорошо объясняет, почему галактики образуют цепочки.