**Новое открытие в астрономии подтверждает существование антигравитирующего вакуума**

В 1998 году астрономами сделано открытие, которое в случае его окончательного подтверждения будет иметь далеко идущие последствия. Прежде всего это коснется современных космологических представлений. В частности, сделанное открытие имеет прямое отношение к проблеме антигравитирующего вакуума. Суть открытия я изложу несколько позже, а начать необходимо с выяснения того, что собой представляет проблема антигравитирующего вакуума.

Со времен Ньютона образованные люди знают, что в нашем мире между любыми телами, обладающими массами, действуют силы взаимного притяжения. Большинство из этих образованных людей так же твердо знают, что антигравитация (левитация) по определению может существовать только в научно-фантастических произведениях.

Но вот в 1917 году Альберт Эйнштейн предпринял попытку приложить свою только что созданную современную теорию гравитации, названную Общей теорией относительности (ОТО), ко Вселенной, которая в то время считалась стационарной и бесконечной в пространстве и во времени. При этом необходимо было решить проблему совмещения стационарности с тяготением, поскольку звезды непременно должны взаимно притягиваться и удержать их на исходных местах не представлялось возможным. Эйнштейн выдвинул смелую, но логически единственно возможную гипотезу: во Вселенной действует фактор, точно уравновешивающий силы взаимного притяжения всех тел. Иными словами, допускалось существование антигравитации, действие которой проявляется в масштабах Вселенной, но это действие остается незаметным в масштабах Земли, Солнечной системы и даже Галактики. Такой фактор создается вездесущим вакуумом, получающим благодаря таким своим свойствам название антигравитирующего вакуума.

С учетом предполагаемых сил гравитационного отталкивания ускорение а, сообщаемое объекту телами с эквивалентной массой М, выражается двучленным соотношением:

а = - GM/R2 + Lc2R/3

где G - постоянная тяготения, R - расстояние между гравитирующими объектами,с - скорость света, L - космологическая постоянная, учитывающая интенсивность антигравитирующего отталкивания. Первый член соотношения определяет ускорение объекта под воздействием тяготения, а второй – противоположно направленное ускорение отталкивания. В предположении, что силы притяжения и силы отталкивания в объеме всей Вселенной взаимно компенсируют друг друга, космологическая постоянная должна равняться: L = 10-56 см-2.

Это очень маленькая величина сравнительно с силами тяготения, и ее действие оказывается заметным только при очень больших значениях расстояния R. В лабораторных экспериментах обнаружить такую величину практически невозможно.

Дальнейшая история нововведения развивалась так. В 1922 году Александр Фридман публикует полученное им нестационарное решение уравнений ОТО для Вселенной. Оказывается Вселенная не может пребывать в стационарном состоянии, она или расширяется, или сжимается. Для такого решения гипотеза об антигравитирующем отталкивании необязательна, космологическая постоянная может равняться нулю. Но в принципе она может иметь какое-то положительное значение при условии, что силы тяготения в любом достаточно большом локальном объеме преобладают над силами отталкивания. А в 1929 году Хаббл обобщает многочисленные астрономические наблюдательные данные, которые подтверждают расширение Вселенной, что окончательно привело к признанию нестационарного решения уравнений ОТО. Хаббл установил эмпирический закон, названный его именем, согласно которому скорость удаления галактик от наблюдателя пропорциональна их расстоянию от него R: v = H•R. Коэффициент пропорциональности Н назван постоянной Хаббла, его определение производится по наблюдательным данным.

В свете новых представлений казалось бы можно обойтись без гипотезы об антигравитирующем вакууме. Но эта идея не была похоронена. Так, в тридцатые годы и в последующие времена теоретики продолжали разрабатывать модели Вселенной, в которых космологическая постоянная была больше нуля. Для нашей темы интересно сопоставить модель Вселенной при L = 0 (условно назовем ее моделью Фридмана) и модель при L > 0 (модель Леметра). Сравнив следствия, вытекающие из каждой модели, по обнаруживаемым различиям можно установить, какие астрономические наблюдательные данные позволяют вынести заключение о справедливости одной из этих двух моделей. Результаты сравнения можно сформулировать так.

Расширение Вселенной характеризуется, в частности, средней плотностью вещества на данный момент времени. Если удается определить этот параметр, то по нему вычисляется время, прошедшее от начала расширения до сегодняшнего дня (возраст Вселенной). Но результаты расчета завися от того, какая модель Вселенной при этом принималась во внимание. Выясняется, что с учетом антигравитации Вселенная оказывается более "старой", чем если бы расширение шло при отсутствии сил отталкивания. Этот результат сравнения не может служить прямым доказательством справедливости той или иной модели, так как истинное время расширения Вселенной астрономам неизвестно.

Более существенен другой вывод. Наличие антигравитации не сказывается в пределах радиуса порядка сотен миллионов световых лет на динамику расширения Вселенной. Но при расстояниях до галактик порядка миллиарда световых лет и более скорость удаления периферийных галактик должна возрастать по сравнению со «стандартной» скоростью расширения, вычисляемой на базе модели Фридмана. Периферийные галактики движутся с «ускорением» и их расстояние от наблюдателя, согласно модели Леметра, окажется больше расстояния, предсказываемого моделью Фридмана. Таким образом, если астрономы сумеют определить истинное расстояние до дальних галактик и оно совпадет с тем, которое предсказывает модель Фридмана, то это будет означать, что антигравитирующего вакуума не существует. В противном случае такие измерения дадут экспериментальное подтверждение существования антигравитации во Вселенной.

До последнего времени такая проверка казалась невозможной, измерять истинные расстояния до удаленных галактик астрономы не умели. Что же заставляет теоретиков сохранять приверженность идее антигравитирующего вакуума? Прежде всего то, что современные физические представления о вакууме, его свойствах и связях с космологическими процессами заставляют воспринимать эту идею всерьез. Применительно к космологии идея антигравитирующего вакуума позволяет естественным образом объяснить происхождение "первотолчка", приведшего к возникновению и расширению Вселенной. Согласно этой теории, получившей название инфляционного этапа развития ранней Вселенной, в течение очень короткого интервала времени от 10-43 до 10-35 секунды после предполагаемого “начала” существовали условия, когда господствовали создаваемые антигравитирующим вакуумом силы отталкивания, а не притяжения. За это мгновение пространство стремительно расширилось, исходный вакуум, обладавший предельно высокой плотностью энергии, выделил значительную часть этой энергии, которая превратилась в сгусток очень плотного и очень горячего вещества и антивещества. После этого в сгустке стали господствовать привычные в нашем мире силы притяжения, которые тормозили разлет горячих частиц вещества. Если идея антигравитирующего вакуума неверна, то наука не сможет объяснить происхождение «первотолчка» естественными причинами. Есть еще одно обстоятельство, давно настораживавшее астрофизиков. Возраст самых старых из известных астрономам звезд оценивается примерно 17-18 миллиардами лет, в то время как наиболее вероятный возраст Вселенной, определяемый по современному значению постоянной Хаббла, равен всего лишь 15 миллиардам лет. Понятно, что галактики и звезды в них не могли возникнуть раньше самой Вселенной. Признание антигравитации отодвигает возраст Вселенной до рубежа не менее 20 миллиардов лет, что снимает проблему старых галактик и звезд.

Теперь, когда мы бегло ознакомились с идеей антигравитирующего вакуума, рассмотрим самое значительное астрономическое открытие последнего времени.

В 1998 году две независимые группы астрономов и астрофизиков, одна – в Северном полушарии (США, руководитель Саул Перлмуттер), другая – в Южном (Австралия, руководитель Бриан Шмидт) опубликовали результаты своих многолетних изучений взрывающихся звезд, называемых Сверхновыми.

В современной астрономии первое знакомство с внезапно появляющимися яркими "новыми" звездами произошло 31 августа 1885 года, когда астроном Гартвиг из обсерватории города Тарту обнаружил такую новую звезду вблизи от ядра туманности Андромеды. Тогда еще не было известно, что эта туманность на самом деле является гигантским сообществом нескольких сотен миллиардов звезд, ныне называемого галактикой, и что она удалена от нас более чем на 2 миллиона световых лет. А новая звезда, открытая Гартвигом, в момент своего появления создавала поток излучения, который всего лишь в 6 раз был меньше, чем суммарный поток всех остальных сотен миллиардов звезд этой туманности. С 1885 до 1920 года в разных галактиках (туманностях) астрономы зарегистрировали около десяти вспышек подобных звезд. Позже (в 1934 году) название "сверхновая", закрепившееся за этими звездами, предложили американские астрономы Цвикки и Бааде. В литературе для краткости их обозначают СН (SN). Сегодня известно, что вспышки сверхновых – это очень редкое событие, в одной галактике оно происходит в среднем раз в 360 лет. Но так как галактик очень много, то в принципе даже при не очень совершенных инструментах астрономы могут наблюдать такие вспышки в разных галактиках примерно один-два раза в год. Ныне ежегодно наблюдается до 20 вспыхивающих СН, в том числе в галактиках, удаленных от нас на миллиарды световых лет. К 1983-му году было зарегистрировано около 500 СН. Одним из недавних событий этого жанра стала сверхновая 1987А. Она вспыхнула в Большом Магеллановом Облаке 23 февраля 1987 года на расстоянии 150000 световых лет от нашей Галактики. Считается, что это – важнейшее событие в истории науки, поскольку вспышка произошла относительно близко к нам, что позволило детально изучить ее во всех диапазонах электромагнитных волн, оценить поток нейтрино, возникший при этом событии, и получить в целом большой объем информации, включая и информацию о состоянии объекта перед вспышкой.

На базе Общей теории относительности и данных наблюдательной астрономии астрофизиками разработана теория эволюции звезд. Согласно этой теории сверхновые звезды возникают на заключительном этапе эволюции звезд, масса которых превышает примерно в восемь раз массу Солнца. Впрочем, рассматриваются варианты, когда сверхновой может стать белый карлик, образовавшийся в конце жизненного пути звезды с массой того же порядка, что и у Солнца, но при условии, что он входит в систему кратных звезд. Эволюционный путь предшественника сверхновой представляется в следующем виде. В недрах таких звезд термоядерные реакции продолжаются вплоть до появления железа, элемента, на котором завершаются реакции синтеза тяжелых элементов, протекающие с выделением энергии. В центре звезды образуется железоникелевое ядро. Если его масса превышает так называемое критическое значение Чандрасекара, равное 1,4 массы Солнца, то ядро сжимается (коллапсирует), его температура растет и по достижению ста миллиардов градусов железо распадается на протоны, нейтроны и некоторое количество ядер гелия. Протоны соединяются с электронами, превращаются в нейтроны и возникает компактное нейтронное ядро. Плотность достигает 1014 г/см3, радиус ~ 20 км. Ядро почти несжимаемое, но гравитация стремится сжать его, возникает мощная отдача, порождающая ударную волну со скоростью порядка десятков тысяч км/с. Ударная волна и инициируемые ею газодинамические процессы ведут к взрывообразному сбросу оболочки, в результате остаются нейтронная звезда и разлетающаяся оболочка. В момент максимального блеска сверхновой ее светимость в десять миллиардов раз превышает светимость Солнца. Светимостью звезды называют энергию, которую она излучает во всем диапазоне электромагнитных длин волн за одну секунду. Общая же выделенная энергия за все время существования сверхновой достигает значений порядка 1050 - 1053 эрг (для выделения такой энергии Солнцу потребуется более миллиарда лет). 1% этой энергии уносится электромагнитными излучениями, остальную энергию выносят нейтрино.

По спектрам изучения СН их разделяют на две группы. В первую входят СН типа 1, именно звезды такого типа изучались обоими группами исследователей, упоминавшихся в самом начале. Кривые изменения светимости звезд этой группы со временем ("кривые блеска") и их спектры очень похожи друг на друга

Спектральные наблюдения СН позволяют надежно определить расстояние до галактики, в которой вспыхнула эта звезда. Производится такое определение по следующей схеме:

из спектральных наблюдений определяется скорость расширения оболочки СН;

отсюда непосредственно определяется радиус фотосферы Rф и ее температура Т;

абсолютная светимость СН находится по формуле: L = 4Rф2T4, а по известной светимости определяется ее абсолютная звездная величина М, т.е. та величина, которую имела бы интересующая нас звезда, если бы расстояние до нее равнялось стандартному значению 10 пс;

непосредственно измеряется визуальная звездная величина m>, она связана с абсолютной величиной М соотношением: М = m + 5 – 5lgr1, где r1 - расстояние от нас до звезды в мегапарсеках. Отсюда определяется это расстояние. Визуальная звездная величина m –это мера величины светового потока звезды.

Итак, группа астрофизиков под руководством Перлмуттера и другая группа под руководством Шмидта изучали сверхновые звезды типа 1, вспыхивающие в разных галактиках, в том числе и удаленных от нас на миллиарды световых лет. В частности, определяли расстояние до этих галактик описанным методом. Но одновременно они определяли расстояние до галактики и другим методом, а именно, по так называемому красному смещению в спектрах этих галактик. Термин «красное смещение» используется для образного обозначения оптического эффекта Доплера.

Все атомы, находящиеся в сильно нагретой среде (например, в атмосферах звезд), излучают свет. Если с помощью спектрографа разложить этот свет по длинам волн, то как правило его спектр предстает в виде отдельных разноцветных линий, разделенных темными промежутками. Со стороны коротких длин волн расположены фиолетовые, синие, голубые цвета, а со стороны длинных волн – красные цвета. При этом каждый элемент характеризуется своим набором таких линий, их расположение присуще только этому элементу. Но если светящийся объект (звезда, галактика) удаляется от нас, то весь спектр линий как одно целое сдвигается в область более длинных волн, к его красному участку, и сдвиг тем сильнее, чем выше скорость удаляющегося объекта. Это и есть оптический эффект Доплера. Условно говорят, что линии «краснеют», отсюда термин «красное смещение». Таким образом, скорость удаления можно определить по величине красного смещения, что позволяет установить и расстояние до светящегося объекта по закону Хаббла: v = H•R. Следовательно, определив красное смещение галактики, в которой вспыхнула Сверхновая класса 1, можно осуществить еще одно, независимое, определение расстояния до нее.

Из двух способов определения расстояния, тот, который был описан первым, считается наиболее надежным. Это связано с тем, что результат находится на основе прямых измерений без введения дополнительных постулатов. Второй же способ опирается на определенные допущения о значении постоянной Хаббла и о том, что в процессе расширения Вселенной участвуют только два фактора – энергия разлетающихся частиц вещества и гравитационное взаимодействие, тормозящее разлет. Совпадение результатов обоих определений расстояния до СН подтвердило бы справедливость указанного допущения. Но блеск СН в достаточно удаленных галактиках оказался ниже ожидавшегося. Это означало, что расстояние, определенное по светимости этих звезд, превышает то, которое получается на основе измерений красного смещения. Галактики, в которых вспыхивают наблюдаемые СН. Следовательно, периферийное расширение Вселенной не замедляется со временем, а ускоряется. Напрашивается вывод, что процесс расширения управляется не двумя, а тремя факторами: кроме кинетической энергии разлета вещества и гравитационного его торможения действует еще фактор, способный в определенной степени нейтрализовать гравитацию. Мы уже знаем, что этот фактор создает антигравитирующий вакуум. Следовательно, и космологическая постоянная на самом деле несколько отличается от нуля. Такое заключение ведет к изменению сегодняшних космологических представлений, к определенным изменениям и физических представлений о строении вещества. В перспективе это может оказать трудно предсказуемое влияние на научно-технические возможности человечества.

**Список литературы**

Р. Ровинский. Новое открытие в астрономии подтверждает существование антигравитирующего вакуума.