

DOI: 10.54503/0571-7132-2024.67.4-531

НАЛИЧИЕ ТЕМНОЙ ЭНЕРГИИ И ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ

Г.А.АРУТЮНЯН

Поступила 7 октября 2024

Рассматривается вопрос изменения полной энергии барионных объектов и их систем при наличии темной энергии (ТЭ), носитель которого, по определению, взаимодействует со всеми барионными объектами. Подчеркивается факт, что темная энергия была открыта благодаря результату такого взаимодействия, за счет чего ускоряется расширение Вселенной. Ввиду того, что темная энергия (носитель темной энергии-НТЭ) имеет однородное распределение, обсуждаются физические следствия взаимодействия НТЭ с барионной материей на всех иерархических уровнях барионных структур. На основе второго закона термодинамики делается заключение, что под влиянием ТЭ постепенно увеличивается энергия всех барионных систем и уменьшается их стабильность, а значение вириала становится положительной и продолжает расти для любых структур, считавшихся до этого стабильными. Аналогичный анализ для атомных ядер приводит к выводу, что со временем уменьшается энергия ядерной связи, снижается стабильность ядер и увеличивается масса ядра. Этот эффект позволяет по-новому рассмотреть гипотезу Амбарцумяна о существовании сгустков сверхплотной материи в ядрах звезд и галактик, и предложить ее новую интерпретацию.

Ключевые слова: *темная энергия; взаимодействие; барионная материя; второй закон термодинамики; передача энергии; теорема вириала; увеличение энергии; увеличение массы*

1. Введение. В космологии сегодня фигурируют два понятия, *темная материя* и *темная энергия*, которые, по современным представлениям, содержат 95% всей массы/энергии Вселенной. Сходство названий порой приводит к путанице даже у специалистов, которые, являясь астрономами или физиками, тем не менее, никогда не занимались данными вопросами профессионально.

Кельвин был одним из первых, кто пытался оценить количество темных тел в нашей галактике. Для этой цели он использовал скорости вращения звезд вокруг ядра галактики. Эти скорости позволили ему оценить массу галактики, исходя из условия, что *значение вириала для галактики равна нулю*. Он оценил разницу между полученной массой и массой звезд, которые видны благодаря их излучению, и пришел к выводу, что *"многие из звезд, возможно, их подавляющее большинство, могут быть темными телами"* [1].

В 1906г. к его впечатляющим результатам обратился Пуанкаре, но он не был до конца согласен с выводами Кельвина. По этому поводу он писал, что *"поскольку его (Келвина) число сопоставимо с тем, что дает телескоп,*

то темной материи нет, или, по крайней мере, ее не так много, как светящейся материи" [2]. В своей работе именно он впервые явно использовал термин "темная материя" или "*matière obscure*" в оригинальном французском тексте. Однако, как Кельвин, так и Анри Пуанкаре, говоря о темных телах или темной материи, имели в виду обычное вещество, которое просто не обладает заметным электромагнитным излучением.

В настоящее время введение темной материи в науку обычно приписывается Цвикки [3] (см., также [4]), который позже пришел к аналогичному заключению, когда исследовал известное скопление галактик в созвездии Волосы Вероники и обратил внимание на чрезмерно большое значение дисперсии скоростей галактик. Было очевидно, что при такой дисперсии скоростей суммарная масса галактик недостаточна для обеспечения равновесного состояния скопления. Именно это стало причиной для возрождения гипотезы о существовании темной материи. В первой работе автор пишет: *"Таким образом, чтобы получить средний эффект Доплера 1000 км/с или более, как это наблюдалось, средняя плотность в системе Кома (Coma) должна быть как минимум в 400 раз выше, чем та, которая была получена на основе наблюдений светящейся материи. Если бы это было подтверждено, последовал бы неожиданный результат, что плотность темной материи гораздо больше, чем плотность светящейся материи"*.

Правда, полученная Цвикки оценка была завышена из-за принятого в то время значения постоянной Хаббла, но именно с того времени начинается история повсеместного применения этого, можно сказать свободного параметра, для подгонки наблюдательных данных в рамки господствующей гипотезы. С того же времени продолжается также безрезультатный поиск частиц темного вещества.

Напомним еще раз, что наблюдения показывают лишь то, что галактики данного скопления обладают очень большой дисперсией скоростей. В дальнейшем оказалось, что такая же картина наблюдается и у других скоплений. Если бы Цвикки не ввел в использование гипотетическую темную материю, вывод мог быть однозначным, а именно, что значение вириала для этих систем было бы положительным. Но при этом было бы неизбежным заключение о том, что все эти скопления расширяются. Поскольку расширение Вселенной тогда уже было открыто Хабблом [5], такой вывод, кстати, был бы более естественным и означал бы повторение данной закономерности для космических структур следующего иерархического уровня. Однако, к сожалению, убежденность в том, что все космические объекты и их системы образовались путем сжатия и являются гравитационно связанными равновесными системами, была сильнее очевидных наблюдательных фактов, свидетельствующих о расширении этих систем. Поэтому приходится констатировать, что *понятие*

темной материи было введено исключительно под давлением господствующих космогонических представлений.

Абсолютно иначе обстоит дело с темной энергией и ее открытием. Когда, так называемый, Большой взрыв стал общепринятой интерпретацией наблюдаемого расширения Вселенной, важнейшей проблемой стал поиск космологической модели, соответствующей наблюдаемой реальности. А для такого поиска ключевым моментом было определение темпа торможения скорости расширения. Поэтому, естественно, эта задача достаточно долгое время считалась одной из наиболее важных проблем астрофизики. В работе Аллана Сэндиджа [6] она указывается в числе 21-й наиболее важных задач астрофизики XXI в.

Открытие ускорения расширения Вселенной и, соответственно, введение понятия темной энергии в арсенал научных инструментов, произошли всего через год [7,8] после упомянутого доклада Сэндиджа [6]. Таким образом, доминирующая теория в рассматриваемом случае предсказывала совершенно другое поведение разлетающихся галактик, а наблюдательные данные просто опровергли прогноз теории. Исходя из этого можно заключить, что *если темная материя является следствием принятой a priori гипотезы, то темная энергия появилась как неизбежный результат интерпретации наблюдений.* В работе Хэтерера и Тэрнера [9] термин темная энергия был введен почти сразу после открытия ускоряющегося расширения Вселенной.

2. Темная энергия и барионная материя. Рассуждая о физических свойствах темной энергии, а точнее, ее носителе, с самого начала следует выделить одно очень важное обстоятельство. Имеется в виду открытие темной энергии и способ выявления этой энергии. Этот важнейший факт часто остается в тени, не упоминается в рассуждениях и не получает того значения, которого заслуживает. Речь идет о том, что она стала предметом исследований и ее воспринимали в качестве физической реальности благодаря открытию ускорения расширения Вселенной. Действительно, ускорение расширения объясняется тем, что носитель темной энергии (о которой до этого ничего не было известно) передает часть собственной энергии галактикам, которые состоят из барионной материи. То есть, с самого начала было безоговорочно принято, что *неизвестный носитель темной энергии взаимодействует с барионными объектами.*

Второе замечание касается пространственного распределения (носителя) темной энергии. Хотя пока нет приборов, которые могли бы напрямую регистрировать темную энергию, анализ общей картины явления позволяет сделать вывод, что она равномерно и с очень малой плотностью заполняет все пространство на всех масштабах. Образно говоря, она считается внутренним

свойством пространства и имеет постоянную плотность энергии, независимо от рассматриваемого объема. Таким образом, в отличие от обычной материи ее плотность не уменьшается из-за расширения пространства.

Однако другие обстоятельства не очень вписываются в представление о ее равномерном распределении на всех масштабах. В первую очередь это касается расширения пространства Вселенной. Несмотря на представление о равномерном распределении темной энергии, последняя считается прерогативой только космологических расстояний и масштабов. Не очень понятно и распространенное мнение, что темной энергии изначально не было и она появилась только недавно, через 9 млрд лет после большого взрыва. Это означает, что каким-то образом из ничего (как сама барионная Вселенная) появилась эта энергия, которая сегодня составляет, по крайней мере, 70% всей массы/энергии Вселенной. Более того, как уже было отмечено, с момента появления темной энергии ее плотность с расширением Вселенной не уменьшается.

Понятно, что при интерпретации данных наблюдений часто приходится вводить какие-то свободные параметры. Однако, если для согласования выводов модели с данными наблюдений каждый раз требуется подыскивать свободные параметры заново, как это было, например, с геоцентрической моделью мира, то это должно настораживать. В таких случаях лучше еще тщательнее проанализировать предпосылки, которые легли в основу данной теоретической модели. Учитывая вышесказанное, обосновывая свои рассуждения исключительно с помощью данных наблюдений, можно опираться на законы физики, не вызывающие сомнений.

Таким образом, мы исходим из того, что две разные субстанции во Вселенной, одна из которых заключает в себе почти 70% всей массы/энергии Вселенной, а другая - лишь 5%, взаимодействуют. Взаимодействие происходит, естественно, согласно законам физики, из которых в данном случае самым важным является второй закон термодинамики, который определяет направление передачи энергии во время взаимодействия. Еще почти сто лет назад Артур Эддингтон [10] написал об этом законе: *"Если окажется, что ваша теория противоречит второму закону термодинамики, я не могу дать вам никакой надежды"*.

Возвращаясь к современным представлениям о барионной Вселенной, напомним одно любопытное обстоятельство. Вселенная, состоящая из барионных объектов, расширяется с ускорением. Однако все барионные объекты и их системы, согласно общепризнанным теориям их формирования, находятся в равновесном состоянии, для которых значение вириала равняется нулю:

$$2T + U = 0, \quad (1)$$

где T - кинетическая, а U - потенциальная энергия. Подчинение именно этому соотношению заставило Цвикки ввести в научный обиход понятие темной материи для обеспечения равновесного состояния скоплений галактик. Данное соотношение, с другой стороны, означает, что все равновесные системы обладают отрицательной полной энергией.

Темная энергия, наоборот, сугубо положительная. А это означает, что взаимодействующие две субстанции - барионная материя и носитель темной энергии обладают совершенно различными энергиями - отрицательной и положительной. И поэтому в соответствии со вторым законом термодинамики, вследствие любого их взаимодействия *барионная материя должна получить энергию*. Здесь не важно сколько энергии получает за единицу времени данный барионный объект, поскольку энергия кумулятивная и накапливается со временем. Подчеркнем еще раз, что именно результат такой передачи энергии галактикам был причиной ускорения расширения Вселенной и стал основой для открытия темной энергии.

Вышесказанное означает, что любая равновесная система, состоящая из барионной материи, во-первых, взаимодействует с носителем темной энергии, а во-вторых, в результате данного взаимодействия получает некоторое количество дополнительной энергии ΔE за каждый промежуток времени Δt . Это, в свою очередь, нарушает равенство (1) в сторону увеличения значения вириала. Такое изменение, продолжающееся непрерывно, как известно, приводит к расширению системы независимо от размеров последней. Иными словами, *тот же механизм, который ответствен за наблюдаемое расширение Вселенной и ускорение этого расширения, в равной степени действует и на барионные структуры малых масштабов*.

3. *Зависимость меры влияния темной энергии на космический объект от массы последнего*. Принимая на вооружение парадигму взаимодействия носителя темной энергии с барионной материей на всех масштабах, попытаемся здесь, по крайней мере на качественном уровне, анализировать поведение барионных структур, используя для этого лишь известные законы современной физики. Для гравитационно связанных конфигураций, как известно, энергия гравитационной связи пропорциональна квадрату массы и обратно пропорциональна размеру. Для простейшего случая шара с массой M и с радиусом R , в котором плотность имеет только радиальную зависимость, рассматриваемая энергия дается следующим соотношением:

$$E_g = -kG \frac{M^2}{R}. \quad (2)$$

где коэффициент k зависит от распределения плотности.

Как видно из соотношения (2), абсолютное значение гравитационной энергии данного объекта увеличивается с ростом массы и уменьшением радиуса. Из общезначимых соображений можно заключить, что при взаимодействии с носителем темной энергии в процессе обмена энергиями задействовано то количество темной энергии, которое заключено в объеме объекта. С другой стороны, исходя из общепринятого представления об однородном пространственном распределении темной энергии, количество этой энергии в любом пространственном объеме V будет иметь следующий вид:

$$E_{de} = V \rho_{de}, \quad (3)$$

где ρ_{de} - плотность темной энергии.

С точки зрения физики, кажется естественным, что не все объекты одинаково подвержены влиянию темной энергии. Чем больше энергии связи в одном и том же объеме, тем сильнее данный объект сопротивляется этому влиянию. Поэтому для дальнейшего применения рассмотрим величину

$$\eta = \left| \frac{E_g}{E_{de}} \right|, \quad (4)$$

которую назовем мерой устойчивости (МУ) барионных объектов или их систем к изменениям, которые могут быть внесены взаимодействием с носителем темной энергии. Для дальнейшего анализа еще раз отметим, что все барионные структуры существуют как целостные образования только за счет отрицательной полной энергии или, точнее, отсутствия энергии, необходимой для их распада.

Даже самый поверхностный анализ вопроса позволяет прийти к заключению, что чем больше значение отношения (4), тем труднее или медленнее происходят изменения данной барионной структуры. Имея это в виду, можно проанализировать величину МУ, например, для целого семейства объектов, которые отличаются друг от друга массой и размерами. Это позволит нам выявить те объекты и системы, которые больше других подвержены изменениям, и проверить этот вывод с помощью результатов наблюдений.

В простейшем случае однородного шара выражение для МУ получает следующую относительно явную форму:

$$\eta_{sp} \sim \frac{(R \rho_{bm})^2}{\rho_{de}}, \quad (5)$$

где ρ_{bm} - средняя плотность сферического объекта. Учтено, что взаимодействующие барионный объект и носитель темной энергии занимают один и тот же сферический объем с радиусом R . Также, учитывая тот факт, что совме-

менная наука считает распределение темной энергии однородным, мы в (5) можем пренебречь зависимостью от плотности темной энергии. Тогда вместо (5) будем иметь

$$\eta_{sp} \sim (M \rho_{bm}^2)^{2/3} \sim \left(\frac{M}{R^2}\right)^2. \quad (6)$$

Как и следовало ожидать, величина МУ зависит лишь от физических характеристик барионного объекта. Если в данном семействе объектов масса растет быстрее, чем уменьшается квадрат его плотности, то мера устойчивости больше у массивных объектов и изменения в них вследствие влияния темной энергии происходят медленнее. В таком случае маломассивные объекты эволюционируют быстрее. В противном случае эволюция быстрее происходит у массивных объектов, которые обладают сравнительно низкой плотностью. Эволюцией в данном случае мы называем все изменения, которые происходят под влиянием темной энергии.

Если рассматривать расширение пространства как увеличение пространственного масштаба, то можно сказать, что объекты с большим значением МУ характеризуются замороженным в материю масштабным фактором. С одной стороны, взаимодействие с носителем темной энергии непрерывно передает некоторые порции энергии барионному веществу, тем самым увеличивая значение вириала, что, в свою очередь, означает увеличение размеров рассматриваемой барионной конфигурации. А, с другой стороны, ответственные за сохранение данной конфигурации гравитационные, ядерные и молекулярные силы сдерживают изменение масштабного фактора в том объеме пространства, где этот сгусток материи находится. Именно в данном объеме эволюция барионного вещества происходит тем медленнее, чем больше введенный фактор МУ.

Для выявления наблюдательных закономерностей, которые поддерживают ту или иную реализацию процесса, предсказуемую соотношением (6), следует детально исследовать соответствующие наблюдательные данные. На таких наблюдательных данных мы остановимся в следующих разделах. Несмотря на то, что обсуждаемый результат получен для шара, тем не менее он остается верным и для других геометрических форм рассматриваемых конфигураций.

В первом приближении этот подход можно применять при рассмотрении МУ вещества в различных глубинах барионного объекта с градиентом плотности в направлении к центру. Таким образом можно рассмотреть влияние взаимодействия темной энергии на слои массивного объекта, которые расположены на разных глубинах. Рассмотрим вышесказанное на примере общепринятой модели Солнца, где 94% полной массы находится внутри

сферы с радиусом $R = 0.5 R_{\odot}$. Отношение МУ внутренней сферы и полного Солнца составляет

$$\delta = \left(\frac{0.94M}{0.25R^2} \right)^2 \left(\frac{R^2}{M} \right)^2 \approx 14.1. \quad (7)$$

Полученная оценка означает, что мера устойчивости центральной сферической части с полурадиусом Солнца в 14 раз больше этого параметра, рассчитанного для Солнца в целом. Аналогичная оценка для центральной сферы с радиусом $R = 0.1 R_{\odot}$, дает $\delta \approx 70$. Таким образом, на примере Солнца можно утверждать, что в массивных объектах барионная материя тем труднее поддается влиянию темной энергии, чем ближе она находится к центру этого объекта, и чем больше в данной области ее плотность. А это, в свою очередь, означает, что *барионная материя, находящаяся в ядерных частях массивных объектов, таких как звезды или ядра галактик, дольше сохраняет свои первоначальные физические свойства.*

4. Влияние темной энергии на размеры барионных объектов и их систем. В предыдущем разделе был сделан вывод, что передача темной энергии системе объектов, которая первоначально считалась равновесной, приводит к ее расширению, что указывает на возникновение радиальных скоростей удаления объектов друг от друга. Такой вывод, естественно, верен статистически и означает, что среднее расстояние между объектами увеличивается.

Этот эффект легко можно выявить, используя хорошо известное выражение полной энергии для системы двух тел. В качестве такой системы можно рассматривать, например, систему, состоящую из звезды и планеты или планеты и спутника. Энергия такой системы задается выражением

$$E = \frac{mv^2}{2} - G \frac{Mm}{R} = T + U < 0, \quad (8)$$

где введены общепринятые обозначения. При этом считается, что для реально существующих систем, как, например, Земля-Луна, Солнце-Земля, Солнце-планета, планета-спутник, верно соотношение:

$$W = 2T + U = 0, \quad (9)$$

что продиктовано априорным утверждением о равновесии указанных систем. А это, как было отмечено, является прямым следствием гипотезы Канта-Лапласа о формировании космических объектов и их систем.

Вернемся к нашему заключению о том, что вследствие взаимодействия с носителем темной энергии барионные конфигурации за промежуток времени Δt получают некоторое количество энергии ΔE . Тогда за этот промежуток времени энергия данной системы становится

$$E_1 = \frac{mv^2}{2} - G \frac{Mm}{R} + \Delta E = \frac{m_1 v_1^2}{2} - G \frac{M_1 m_1}{R_1} > E, \quad (10)$$

где величины, снабженные индексом, относятся к концу рассматриваемого промежутка времени. Нетрудно видеть, что $E_1 > E$, если $v_1 > v$ и/или $M_1 < M$ и/или $R_1 > R$. Поскольку под влиянием темной энергии значение вириала становится положительным и, следовательно, система расширяется, то выполняется условие $R_1 > R$. Тогда никак не может выполняться неравенство $v_1 > v$, так как это противоречит закону сохранения углового момента. Как показывают исследования (см., например, [11,12], а также ниже), под воздействием темной энергии космические объекты, скорее всего, увеличивают массу.

Теперь обратимся к известным наблюдательным данным о расширении реальных систем. Здесь рассмотрим достаточно хорошо изученные системы, о которых имеются достоверные данные. Первая и наиболее подробно изученная система - пара Земля-Луна [13,14], о расширении которой имеются наиболее достоверные данные. К этой паре следует добавить также системы Солнце-Земля [15] и Сатурн-Титан [16], о расширении которых данные получены уже в новом столетии. Традиционная наука объясняет все эти наблюдательные данные одним физическим механизмом, а именно, приливными эффектами.

Луна, как известно, удаляется от Земли со скоростью 3.82 ± 0.07 см в год, что измерено с помощью лазерной локации [13]. Система Земля-Луна уникальна в том смысле, что все величины, имеющие отношение к процессу удаления Луны, измерены с достаточно высокой точностью. Поскольку традиционно это явление объясняется приливными эффектами, в качестве наиболее важного фактического данного здесь фигурирует темп замедления суточного вращения Земли, так как согласно данной интерпретации именно потерянное планетой количество углового момента передается Луне и обеспечивает ее удаление. Эта величина определяется на основе анализа исторических хронологий зарегистрированных солнечных и лунных затмений за последние два тысячелетия. Имеющиеся данные показывают, что замедление суточного вращения Земли может обеспечить лишь 3/4 требуемого углового момента [17,18].

Вопрос быстрого удаления Луны нами был рассмотрен еще до открытия темной энергии. Тогда нами было показано, что если учесть хаббловское расширение в масштабах системы Земля-Луна и меньше, то скорость удаления Луны от Земли легко можно объяснить совместным действием расширения пространства и приливных эффектов, причем второй эффект является более второстепенным [19]. В настоящее время приходим к выводу, что расширение

в малых масштабах следует из факта взаимодействия барионной материи с носителем темной энергии. Тем не менее, традиционная астрономия продолжает настаивать исключительно на приливном механизме, а для источника недостающего 25% углового момента предлагает различные экзотичные механизмы (см, например, [14]).

В случае пары Солнце-Земля ситуация гораздо сложнее. Наблюдения показывают, что Земля удаляется от Солнца со скоростью 14 см за год [15], что существенно для той модели солнечной системы, которая поддерживается традиционной астрономией. После попыток использования различных механизмов для интерпретации этой величины, исследователи снова обратились к приливному механизму (см. [20] и ссылки там). Но если в случае пары Земля-Луна исследователи располагают почти всем необходимым набором данных для оценки приливного механизма, то в случае системы Солнце-Земля никаких таких измерений вовсе нет. Поэтому в данном случае отсутствующие наблюдательные данные просто заменяются свободными параметрами, соответствующим подбором которых можно получить желаемый результат. Это, как отмечено выше, напоминает подбор нужных эпициклов и деферентов, а также соответствующих скоростей в птолемеевой геоцентрической системе мира.

Как и в случае системы Земля-Луна, предполагая, что пространство в пределах Солнечной системы расширяется согласно хаббловскому закону, авторы [12] для прироста астрономической единицы нашли величину примерно 10 м за год, что на два порядка больше наблюдаемой величины. Такое несоответствие может быть результатом либо неправильно выбранного механизма, либо недооценки некоторых сопутствующих эффектов. На наш взгляд таким эффектом может быть параллельное увеличение солнечной массы. Несложный расчет показывает, что такое может случиться, если масса Солнца за год увеличивается на $\sim 6.6 \cdot 10^{-11} M_{\odot}$ [12]. Интересно, что если примерно 0.1% этой массы преобразуется в лучистую энергию, она обеспечивает светимость Солнца. А на вопросе, каким образом может расти масса Солнца, остановимся в следующем разделе при рассмотрении влияния темной энергии на атомные ядра.

Третим примером системы космических объектов с измеренной скоростью расширения является Сатурн со своим спутником Титаном [16]. Расстояние от Титана до Сатурна составляет примерно 1.2 млн км. Титан удаляется от Сатурна примерно на 11.3 ± 2 см за земной год. В работе [21] авторы приходят к выводу, что основная часть этой скорости, а именно 8.15 см/год, обеспечивается хаббловским расширением, пересчитанным на расстояние Титана от Сатурна. Здесь интересно сравнение скоростей удаления Луны и Титана от своих материнских планет и соответствующих расстояний. Отношение радиусов орбит этих спутников составляет 0.32, а отношение скоростей - 0.34, т.е.,

скорость прироста радиуса орбиты действительно пропорциональна длине радиуса, как в случае расширения Вселенной.

5. *Эволюция атомных ядер под влиянием темной энергии.* То, что носитель темной энергии взаимодействует с барионным веществом, ставит много новых вопросов, которые так или иначе связаны и с космологией, и с космогонией объектов различных уровней космической иерархии. Все космические объекты, не считая самые экзотичные, состоят из атомов, масса которых сосредоточена в их ядрах. То есть, масса барионной Вселенной определяется суммарной массой всех атомных ядер, которые составляют космические объекты. И поэтому очень важно знать о физических последствиях взаимодействия барионной материи с носителем темной энергии на ядерном уровне.

Поскольку темная энергия (носитель темной энергии) на всех масштабах однородно заполняет все пространство, будем считать, что она взаимодействует с барионной материей на всех масштабах, в том числе, в масштабах атомных ядер и элементарных частиц. Уникальным свойством атомных ядер является дефект массы. Хорошо известно, что любое атомное ядро имеет массу, которая меньше суммарной массы его составных компонентов. Энергия связи ядра в данном случае представляет собой энергетический эквивалент недостающей массы. Именно благодаря этой недостающей энергии существует любое атомное ядро. Если каким-то образом впрыскивать это количество энергии в ядро, оно просто развалится на составные компоненты - протоны и нейтроны, причем последние очень быстро распадаются на протон, электрон и антинейтрино. Это все известно из общего курса ядерной физики.

Вторым важнейшим свойством атомных ядер, на наш взгляд, является то, что дефект массы, рассчитанный на один барион, имеет разное значение в разных ядрах. Это означает, что нейтрон и протон могут иметь разные массы, в зависимости от того, в каком ядре или в каких физических условиях они находятся в данный момент.

Теперь, учитывая сказанное, обсудим поведение атомных ядер, если они взаимодействуют с носителем темной энергии. В таком случае эти взаимодействующие субстанции разительно отличаются друг от друга в смысле энергетического баланса. Атомные ядра, как и гравитационно связанные конфигурации, также обладают "отрицательной энергией". А это означает, что если при взаимодействии с носителем темной энергии *происходит обмен энергиями*, то атомные ядра получают ненулевую порцию энергии. Полученная порция, если такое действительно происходит, уменьшает отрицательный баланс энергии ядра, т.е. энергию ядерной связи, и тем самым увеличивает его массу на ненулевую величину.

Приведенная цепочка рассуждений строится на двух предположениях. Первое является логическим продолжением нашего вывода о взаимодействии барионной материи с носителем темной энергии на уровне атомных ядер, но это предположение еще остается лишь гипотезой, пока этому нет веских доказательств. Более того, мы ничего не знаем о механизме "освоения" порций трансформируемой энергии атомным ядром. Поэтому ниже мы обсудим вопрос, к чему приведут такие изменения, *если они действительно будут иметь место*.

Таким образом, барионная материя и носитель темной энергии являются основными субстанциями нашей наблюдаемой Вселенной (пока забудем о гипотетической темной материи), которые находятся в непрерывном взаимодействии между собой. При этом вся масса находится в барионном веществе, а источником ресурсов сотворения массы является носитель темной энергии. Эти две компоненты устроены так, что темная энергия непрерывно расширяет барионный мир, и при этом частично преобразуется в массу барионного вещества, увеличивая массу наблюдаемой Вселенной.

То, что масса атомных ядер и космических объектов увеличивается со временем, нами уже было отмечено при рассмотрении скорости удаления Земли от Солнца [11] и об этом упомянуто в предыдущем разделе. Более того, этот механизм позволяет естественным образом объяснить парадоксальную ситуацию хаббловского напряжения [22]. Также, исходя из соотношений (5)-(6), которые показывают, что из объектов одного и того же семейства быстрее эволюционируют те, у которых масса меньше, мы исследовали галактики в скоплениях и пришли к выводу, что наблюдательные данные и в этом случае подтверждают наши выводы [23].

Следует отметить еще одно важное следствие данного, пока еще гипотетического процесса. Оно связано с уменьшением энергии связи в атомном ядре, что рано или поздно приводит данное ядро в нестабильное состояние и, следовательно, к неизбежному распаду по одной из схем известных ядерных реакций. Тем самым в данном сгустке барионного вещества увеличивается относительное количество легких ядер и легких элементов, в том числе водорода, что является конечным продуктом нейтронных выбросов. Понятно, что одним из важных результатов этого процесса является уменьшение металличности во всех космических объектах, из чего следует, что металличность должна быть ниже в объектах, которые легче и дольше поддаются влиянию темной энергии.

Помимо этого вывод о росте массы Вселенной решает еще один парадокс, который обычно замалчивается традиционной космологией или для его решения придумываются различные замысловатые сценарии. Речь идет о

массе барионной Вселенной в ранних этапах ее расширения. Дело в том, что согласно современным теориям уже через 10^{-43} с после, так называемого, Большого взрыва все законы природы работали. А через 380000 лет все барионы уже были созданы. Тогда понятно, что масса Вселенной достаточно долго находилась внутри сферы Шварцшильда и, тем не менее, продолжала расширяться. То, что масса Вселенной увеличивается со временем, снимает этот парадокс независимо от того, был Большой взрыв или нет.

Еще одно важное замечание здесь было бы не лишним. Из всего сказанного следует, что причина тщетности поиска темной материи кроется не в несовершенстве методов поиска. *Темной материи просто не существует. Она была изобретена для согласования наблюдательных данных с господствующей космогонической теорией*, которая требует образования космических объектов и их систем путем сжатия разреженной материи до достижения равновесного состояния. И поэтому везде, где наблюдения показывают большие дисперсии скоростей, современная наука помещает темную материю только для одной цели, чтобы не было речи о расширении. А возможность возникновения больших дисперсий скоростей под воздействием темной энергии вообще не рассматривается.

6. *Космогоническая концепция Амбарцумяна и дозвездная сверхплотная материя.* Классические труды Амбарцумяна по звездной и внегалактической космогонии предопределили некоторые направления развития астрофизики второй половины XX века. Причем для доказательства рождения новых звезд в нашу эпоху, а также явления активности ядер галактик его основные аргументы базировались на том, что как звездные ассоциации, так и кратные системы галактик типа трапеции являются динамически неустойчивыми, расширяющимися системами [24-26]. Таким образом, Амбарцумян сделал вывод о расширении систем космических объектов за полвека до открытия ускорения расширения Вселенной.

Кроме указанных космогонических выводов Амбарцумян пришел еще к одному важному заключению, которое касается свойств дозвездного вещества. Учитывая тот факт, что наблюдаемые в настоящее время системы расширяются, Амбарцумян предположил, что началось это расширение с такого состояния, когда вещество имела плотность атомного ядра. Он назвал такое состояние материи *сверхплотным дозвездным веществом*.

Основной причиной отклонения этой части концепции Амбарцумяна явилось то, что современная физика не позволяет стабильное существование больших масс с требуемой плотностью. Ситуация казалась парадоксальной, поскольку, с другой стороны, все рассуждения и оценки Амбарцумяна без сомнения были безупречными. Поэтому у исследователя, который занимался

этим вопросом, создавалось впечатление, что *современная физика владеет не всем исследовательским инструментарием, который необходим для полного анализа физической картины.*

В настоящее время, когда открыта темная энергия, ситуация другая. Можно достаточно твердо утверждать, что для гипотезы Амбарцумяна не хватало именно механизма влияния темной энергии на барионную материю. То, что происходит с атомными ядрами в этом процессе (если представленное здесь соответствует действительности), можно охарактеризовать как фазовый переход массы на квантовом уровне. Действительно, взаимодействие атомных ядер с носителем темной энергии приводит к увеличению их массы за счет темной энергии - т.е. энергия преобразуется в массу, используя при этом универсальный механизм, созданный природой.

Теперь легко представить себе как может идти обратный процесс, когда, образно говоря, время идет вспять. Понятно, что в этом случае мы должны наблюдать уменьшение массы атомных ядер и увеличение энергии связи, что создает хорошие условия для существования неизвестных нам ядер, состоящих из гораздо большего числа барионов, чем в случае известных ядер из таблицы Менделеева. Так можно дойти до таких времен, когда барионы в ядрах имели ничтожную массу и представлялись эмбрионами барионов.

Если сказанное верно для сложных ядер, состоящих из более чем одного бариона, то же самое должно быть верно также и для свободных барионов: они всегда, в любую эпоху обладали большей массой, чем связанные в ядре одноименные частицы, но были гораздо легче, чем их современные аналоги. В противном случае, если отдельные барионы не изменялись бы со временем или следовали бы другому закону трансформации, чем сложные ядра, то частоты спектральных линий водорода и других элементов менялись бы с расстоянием по разным законам. То есть, если изменение атомного ядра для какого-то элемента происходит согласно какому-то сценарию, то этот сценарий должен быть общим для всех ядер. Еще раз отметим, что все это верно, если верна сама физическая картина трансформации атомного ядра под влиянием темной энергии.

Та особенность, что, входя в состав сложных ядер, барионы обладают свойством уменьшать свою массу, является регулятором для барионной материи, что позволяет ей адаптироваться к любым физическим условиям и поддерживать устойчивость тех объектов, которые состоят из этих частиц. Более того, именно это свойство является регулятором устойчивого существования всех объектов более высоких иерархических уровней.

Таким образом, если наши рассуждения и выводы правильны, то в прошлом количество многобарионных ядер (атомов) было больше, а общая масса барионов - меньше. В нашу эпоху атомные ядра с большим количеством

барионов меньших (ничтожных) масс могут быть сохранены в недрах звезд и в ядрах галактик, которые обладают большим значением μ . Если звезда или галактическое ядро будет выбрасывать сгусток такого вещества, то он, попадая в новые условия "более расширенного" пространства, должен быстро адаптироваться к этим условиям. При этом выброшенный сгусток набирает массу и излучает огромное количество энергии.

Генерацию излучательной энергии можно объяснить следующим феноменологическим сценарием. Атомные ядра или сгустки эмбриобарионов (если их можно так называть), попадая в новые физические условия, начинают стремительно набирать массу. В результате этого уменьшается их энергия связи, и многобарионные сгустки, которые были устойчивыми до выброса, в новых условиях быстро становятся радиоактивными. Различные типы распада, от бета-распада до кластерного распада и деления, производят новые ядра, а этот процесс, как известно, всегда сопровождается гамма излучением.

7. Заключение. Две "темные" субстанции - темная материя и темная энергия, введенные в науку космологией, не имеют ничего общего. Темная материя, которая была введена в науку в рамках господствующей космологической гипотезы, на наш взгляд, стала ненужной после открытия темной энергии которое радикально изменило всю физическую картину реального мира. Однако по сей день изучены не все физические последствия ее существования.

Здесь показано к чему приводит взаимодействие барионного мира с носителем темной энергии, используя при этом наблюдательные данные и последовательно применяя известные законы физики. А то, что они взаимодействуют, было очевидно с того самого момента, как эта энергия была введена в научный инструментарий физики, поскольку наблюдательной основой для этого стало открытие ускорения расширения Вселенной, которое, по определению, происходит именно за счет этого взаимодействия. Именно тот факт, что *в результате этого взаимодействия носитель темной энергии постоянно передает порции энергии барионной материи*, и стал причиной ее открытия.

Передача энергии барионным объектам и их системам непрерывно увеличивает их энергию, и значение вириала становится положительной, в результате чего любая система объектов становится расширяющейся. Поэтому при наличии темной энергии не имеет смысла говорить о равновесных системах, они все становятся расширяющимися, независимо от механизма их образования. *Этот вывод сразу делает темную материю*, за открытием которой исследователи бьются почти столетие, *ненужной фикцией*.

Важным выводом данных исследований является и то, что, помимо прочих барионных объектов, эволюционируют также и объекты микромира,

и отпечатки их эволюции четко видны в физических свойствах космических объектов всех иерархических уровней. Такой отпечаткой должно быть увеличение массы космических объектов.

Далее, чем дольше продолжалась эволюция под влиянием взаимодействия с носителем темной энергии, тем ниже должна быть металличность объектов, причем этот процесс, *при прочих равных условиях, быстрее происходит у маломассивных объектов*. Эта закономерность для галактик известна и хорошо освещена в научной литературе за последние 50 лет.

Другим очевидным результатом эволюции барионной материи на уровне атомных ядер и элементарных частиц должно быть увеличение массы, что в глобальном смысле постоянно увеличивает массу всех объектов и Вселенной, с другой стороны, постепенно *смещает спектральные линии всех элементов в синюю сторону спектра*.

Автор выражает свою искреннюю признательность А.Г.Никогосяну за критические замечания, которые, несомненно, улучшили рукопись этой работы.

Бюраканская астрофизическая обсерватория, им. В.А.Амбарцумяна,
e-mail: hhayk@bao.sci.am

THE PRESENCE OF DARK ENERGY DARK MATTER

H.A.HARUTYUNIAN

We consider here the issue of changing the total energy of baryon objects and their systems in the presence of dark energy (DE), the carrier of which, by definition, interacts with all baryon objects. The very fact that dark energy was discovered as the result of such interaction, due to which the expansion of the Universe accelerates is emphasized. Since dark energy (the carrier of dark energy - CDE) is distributed homogeneously, the physical consequences of the interaction of CDE with baryon matter at all hierarchical levels of baryon structures are discussed. Based on the second law of thermodynamics, it is concluded that under the influence of CDE, the energy of all baryon systems gradually increases, which, on the other hand, decreases their stability, and the positive value of the virial grows for any structures that considered to be stable. A similar analysis for atomic nuclei leads to the conclusion that over time, the nuclear binding energy and the stability decrease, and the mass of the nuclei increases. This effect allows one to re-examine

Ambartsumian's hypothesis on the existence of clots of superdense matter in the nuclei of stars and galaxies and to propose its new interpretation.

Keywords: *dark energy: interaction: baryon matter: second law of thermodynamics: energy transfer: virial theorem: energy increase: mass increase*

ЛИТЕРАТУРА

1. *Lord Kelvin*, Baltimore Lectures on Molecular Dynamics and the Wave Theory of Light, C.J.Clay and Sons, London, 1904.
2. *H.Poincaré*, Bulletin de la Société astronomique de France, **20**, 153, 1906.
3. *F.Zwicky*, Helvetica Physica Acta, **6**, 110, 1933.
4. *F.Zwicky*, Astrophys. J., **86**, 217, 1937.
5. *E.Hubble*, Proc. Nat. Acad. Sci., **15**, 168, 1929.
6. *A.Sandage*, in "The Universe at Large", eds. G.Munch, A.Mampaso, F.Sanches, Cambridge University Press, Cambridge, 1997.
7. *A.G.Riess, A.V.Filippenko, P.Challis et al.*, Astron. J., **116**, 1009, 1998.
8. *S.Perlmutter, G.Aldering, G.Goldhaber et al.*, Astrophys. J., **517**, 565, 1999.
9. *D.Huterer, M.S.Turner*, Phys. Rev. D, **60**, 081301, 1999.
10. *A.S.Eddington*, The Nature of the Physical World, Cambridge University Press, Cambridge, ch. IV., 1928.
11. *H.A.Harutyunian*, Astrophysics, **54**, 290, 2011.
12. *H.A.Harutyunian, A.M.Grigoryan*, ComBAO, **65**, 268, 2018.
13. *J.O.Dickey, P.L.Bender, J.E.Faller et al.*, Science, 265, 482, 1994.
14. *J.W.Williams, S.G.Turyshchev, D.H.Boggs*, Planetary Science, **3**, 1, 2014.
15. *G.A.Krasinsky, V.A.Brumberg*, Celestial Mechanics and Dynamical Astronomy, **90**, 267, 2004.
16. *V.Lainey, L.G.Casajus, J.Fuller et al.*, Nature Astron., **4**, 1053, 2020.
17. *F.R.Stephenson, L.V.Morrison*, Philos. Trans. R. Soc., **351**, 165, 1995.
18. *L.V.Morrison, F.R.Stephenson*, in "Highlights of Astronomy", ed. H.Rickman, **12**, 338, 2002.
19. *H.A.Harutyunian*, Astrophysics, **38**, 374, 1995.
20. *T.Miura, H.Arakida, M.Kasai et al.*, Publ. Astron. Soc. of Japan, **61**, 1247, 2009.
21. *M.Křížek, V.G.Gueorguiev, A.Maeder*, Gravit. Cosmol., **28**, 122, 2022.
22. *H.A.Harutyunian*, Astrophysics, **64**, 435, 2021.
23. *H.A.Harutyunian, A.M.Grigoryan, A.Khasawneh*, ComBAO, **66**, 25, 2019.
24. *В.А.Амбарцумян*, Эволюция звезд и Астрофизика, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1947.
25. *В.А.Амбарцумян*, Изв. АН АрмССР, физ.-мат., естеств. и техн. науки, **9**, 23, 1956.
26. *V.A.Ambartsumian*, In Proc. 11th Solvay Conference on Physics: Structure of the Universe, ed. R.Stoops, University of Brussels, Brussels, 1958.