

## О ЕДИНСТВЕ «ТЕМНОЙ» МАТЕРИИ И «ТЕМНОЙ» ЭНЕРГИИ

Д.т.н., проф. В.Эткин

В статье обосновывается новая концепция развития Вселенной, основанная на рассмотрении «темной материи», как первоосновы вещества Вселенной. Дано обобщение закона тяготения на случай неравномерного распределения массы и доказано наличие в гравитационных полях сил отталкивания. Показывается, что многие свойства, приписываемые эфиру, на самом деле относятся к темной материи, включая ее способность превращаться в барионное вещество, обладать той же энергией и переносить излучение. Это делает излишним привлечение гипотетических сущностей типа «темной» энергии, электромагнитного поля, эфира и физического вакуума как его квантового аналога. Приводятся данные астрономических наблюдений, подтверждающие развиваемую концепцию

**Введение.** Одним из наиболее грандиозных открытий в астрофизике XX столетия явилось экспериментальное обнаружение наличия во Вселенной «темной» материи [1] и «темной» энергии [2]. Согласно опубликованным в марте 2013 года данным наблюдений космической обсерватории «Планк», общая масса наблюдаемой Вселенной состоит на 4,9 % из обычной (барионной) материи, на 26,8 % из темной материи и на 68,3 % из темной энергии [3]. Таким образом, Вселенная на 95,1 % состоит из темной материи и темной энергии, общим свойством которых является неучастие в каких-либо взаимодействиях, кроме гравитационных [4]. Поскольку существование «темной» материи доказано ныне четырьмя независимыми методами, это обстоятельство коренным образом изменяет наше представление о мироздании. Обнаружение наряду с обычной излучающей «светлой» (барионной) материей значительно превосходящей ее по массе «темной материи» и «темной энергии» («небарионной материи») приводит к неизбежному выводу о роли последней как «прото вещества» (protomatter), из которого в процессе эволюции она образовалось все вещество Вселенной. Более того, становится ясным, что в ряде областей Вселенной, где вообще отсутствует барионное вещество, небарионная материя является единственным материальным носителем энергии. То обстоятельство, что она не препятствует прохождению света во всем диапазоне частот, делает в соответствии с «принципом Оккама» излишним введение таких материальных сущностей, как электромагнитное поле, эфир или физический вакуум как его квантовый аналог. Приходит и понимание того, что гравитационное взаимодействие, считавшееся наиболее слабым, является первичным свойством материи, за счет энергии которого приобретены в процессе эволюции «от простого к сложному» все другие степени свободы «барионного» вещества.

Признание этого обстоятельства вынуждают нас рассматривать гравитацию как начальную форму энергии, которая существовала еще до появления «барионного» вещества, способного к электромагнитному излучению и к движению с околосветовыми скоростями. Поэтому рассматривать специфику этого взаимодействия следует не в рамках СТО, ОТО или каких-либо постклассических (квантовых, струнных, петлевых и т.п.) теорий гравитации, а с позиций классической физики. В наибольшей степени отвечает этой задаче единая теории нестатических процессов переноса и преобразования энергии, именуемая для краткости «энергодинамикой» [5]. Объектом исследования этой теории являются пространственно неоднородные системы с любым числом степеней свободы вплоть до изолированных

систем типа Вселенной в целом, что в наибольшей степени отвечает задачам астрофизики. Приложение этой теории к Вселенной, состоящей в основном из небарионного вещества с единственной (гравитационной) степенью свободы, позволяет обобщить теорию гравитации Ньютона на случай непрерывного распределения небарионной материи в пространстве и обнаружить существование в ней гравитационных сил как притяжения, так и отталкивания. Это делает излишним введение не только упомянутых выше сущностей, но и гипотетической «темной энергии» как однородной среды с отрицательным давлением. Тем самым энергодинамика проливает новый свет на процессы эволюции и инволюции Вселенной.

## 1. Приложение энергодинамики к астрофизическим процессам

Как и классическая термодинамика [6], энергодинамика представляет собой дедуктивный метод исследования (от общего к частному), частным случаем которого является принятый за эталон научного исследования системный подход (от целого к части). В приложении к астрофизике это означает рассмотрение в качестве системы Вселенной как целого, т.е. как совокупности всех взаимодействующих (взаимно движущихся) материальных объектов. При этом она осуществляет синтез феноменологического (опирающегося на опыт) метода описания процессов, лежащего в основе классической термодинамики [6], с методом принципов, принятым в термодинамике необратимых процессов [7]. Объединение достоинств всех этих методов наряду с введением специфических параметров пространственной неоднородности позволило вывести дедуктивным путем основные законы и уравнения классической механики, гидродинамики, термодинамики, теории теплообмена и электродинамики, что сделало ее надежным инструментом анализа малоизученных явлений и переосмысления ряда положений существующих теорий.

Энергодинамика базируется на двух принципах общефизического значения. Первый из них – принцип различимости процессов – основан на теореме о числе степеней свободы, согласно которой число независимых аргументов  $\Theta_i$  энергии  $\mathcal{E}$  как наиболее общей функции состояния объекта исследования равно числу независимых процессов  $\dot{\Theta}_i \equiv d\Theta_i/dt$ , протекающих в ней [8]. В соответствии с этим принципом, число независимых координат состояния любой материальной системы (т.е. параметров, изменение которых является необходимым и достаточным признаком протекания того или иного процесса) не может быть больше или меньше числа независимых (особых, качественно отличимых и несводимых к другим) процессов, протекающих в ней. Общефизическое значение этого принципа состоит в том, что он исключает упомянутое «переопределение» или «недоопределение» систем, являющейся причиной большинства методологических ошибок многих теорий [9]. Примером является кривизна пространства в ОТО А.Эйнштейна [10] или вращательные степени свободы материальной точки в теории гравитации Э.Картана [11].

Второй из них – принцип противонаправленности процессов – опирается на законы сохранения энергии  $\mathcal{E}$ , массы  $M$ , заряда  $Z$ , импульса  $\mathbf{P}$  и его момента  $\mathbf{L}$  в изолированных системах и утверждает, что любые неравновесные процессы в пространственно неоднородных системах вызывают противоположные изменения состояния в их различных частях (областях, фазах, компонентах) [12]. В приложении к проблемам эволюции Вселенной этот принцип утверждает, что если в одних ее областях протекают процессы, приближающие ее

к внутреннему равновесию, то в других ее частях эти же процессы удаляют ее от равновесия.

Представляет интерес приложить эти принципы к затронутому кругу вопросов и показать, каким образом в изначально невидимой среде с единственной (гравитационной) степенью свободы возникают самопроизвольные процессы образования и распада видимой («барионной») материи, которые обуславливают нестационарный характер Вселенной и ее развитие, минуя состояние равновесия.

## 2. Гравитация как следствие неоднородного распределения массы.

Представим изменение какого-либо параметра системы  $\Theta_i$  (массы  $M$ , энтропии  $S$ , числа молей  $k$ -х веществ  $N_k$ , заряда  $Z$ , импульса  $\mathbf{P}$ , его момента  $\mathbf{L}$  и т.д.) во времени  $\dot{\Theta}_i \equiv d\Theta_i/dt$  в виде суммы его равновесной  $\int (d\bar{\rho}_i/dt)dV$  и неравновесной  $\int (d\Delta\rho_i/dt)dV$  части, где  $\rho_i(\mathbf{r}, t) = d\Theta_i/dV$  – плотность какого-либо экстенсивного параметра системы  $\Theta_i$  как функция радиус-вектора точки поля  $\mathbf{r}$  и времени  $t$ ;  $\Delta\rho_i = \rho_i(\mathbf{r}, t) - \bar{\rho}_i(t)$  – отклонение этого параметра от среднего значения  $\bar{\rho}_i(t) = \Theta_i/V = V^{-1}\int\rho_i dV$ . Поскольку  $\dot{\Theta}_i = \int (d\rho_i/dt)dV = \int (d\bar{\rho}_i/dt)dV$ , то

$$\int (d\Delta\rho_i/dt)dV = 0. \quad (1)$$

Обращение в нуль интеграла (1) означает, что в неравновесных процессах ( $d\Delta\rho_i/dt \neq 0$ ) его члены взаимно компенсируют друг друга. Иными словами, неравновесные процессы вызывают противоположные изменения свойств в различных частях пространственно неоднородных систем. Это приводит к появлению в таких системах нового класса векторных процессов перераспределения вещества, энтропии, заряда, импульса и т.п. между частями таких систем, не связанные с их переносом через границы системы.

Примером такого процесса может служить явление волнообразования в небарионной материи, рассматриваемой как сплошная среда. При этом не имеет значения, допускаем ли мы ее бесконечную делимость или нет – речь идет только о возможности оперировать ее плотностью  $\rho(\mathbf{r}, t)$ . Пусть мы имеем некоторую область пространства, в которой плотность  $\rho$  изменяется от ее среднего (равновесного) значения  $\bar{\rho}$  в обе стороны, образуя полуволну (рис.1). Из него следует, что такая полуволна образована переносом некоторого количества  $M$  ее массы в направлении волнистой стрелки. В результате образуется некоторый «момент распределения» массы  $\mathbf{Z}_m$ , определяемый выражением:

$$\mathbf{Z}_m = M(\mathbf{r}_B - \mathbf{r}_{B0}) = \int [\rho(\mathbf{r}, t) - \bar{\rho}(t)]\mathbf{r}dV. \quad (2)$$

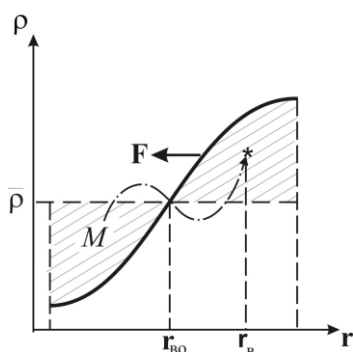


Рис.1. Образование полуволны темной материи

Плечо этого момента  $\Delta\mathbf{r}_T = \mathbf{r}_B - \mathbf{r}_{B0}$  определяет вектор смещения центра массы системы, изменение которого во времени характеризует возникающий в системе поток смещения массы  $\mathbf{J}_m = d\mathbf{Z}_m/dt = M d\Delta\mathbf{r}_T/dt = M\mathbf{v}_T$ , имеющий смысл внутреннего импульса системы  $\mathbf{P}^i$ . Полагая  $\mathbf{r}_{B0} = 0$  ввиду его неизменности, находим, что гравитационная энергия небарионной материи  $\mathcal{E}_T$  в объеме  $V$  зависит как от

ее массы  $M_T$ , так и от положения ее центра  $\mathbf{r}_T$ , т.е.  $\mathcal{E}_T = \mathcal{E}_T(M_T, \mathbf{r}_T)$  в полном соответствии с упомянутыми выше исходными принципами. В таком случае выражению ее полного дифференциала можно придать форму тождества:

$$d\mathcal{E}_T \equiv \psi_T dM_T - \mathbf{F}_T \cdot d\mathbf{r}_T, \quad (3)$$

где  $\psi_T \equiv (\partial\mathcal{E}_T/\partial M_T)$  – гравитационный потенциал небарионной материи;  $\mathbf{F}_T \equiv -(\partial\mathcal{E}_T/\partial \mathbf{r}_T) = -\nabla\mathcal{E}_T$  – гравитационная сила как мера напряженности гравитационного поля. Член  $\mathbf{F}_T \cdot d\mathbf{r}_T$  в правой части тождества (3) характеризует работу  $dW_T = \mathbf{F}_T \cdot d\mathbf{r}_T$ , совершаемую небарионной материей над барионной в процессе ее образования.

Чтобы найти величину потенциала темной материи  $\psi_T$ , примем во внимание, что согласно законам акустики квадрат скорости  $v$  распространения колебаний в какой-либо сплошной среде определяется производной от плотности ее энергии  $\rho_3 = (\partial\mathcal{E}/\partial V)$  по плотности этой среды  $\rho = (\partial M/\partial V)$  [13]:

$$v^2 = (\partial\rho_3/\partial\rho). \quad (4)$$

При этом не имеет значения, обладает ли эта среда свойством бесконечной делимости или нет – достаточно возможности оперировать понятиями  $\rho_3$  и  $\rho$ . Для межзвездной среды, заполняющей Вселенную (как бы мы ни называли – темной материей, эфиром, электромагнитным полем или физическим вакуумом), эта скорость была найдена экспериментально и равняется по модулю скорости света  $c$ . Полагая последнее твердо установленным фактом, и учитывая, что для среды с единственной степенью свободы  $\partial\rho_3/\partial\rho = d\rho_3/d\rho$ , интегрированием (4) легко найти величину ее энергии  $\mathcal{E}_T = M_T c^2$  или  $\psi_T = c^2$ . Это свидетельствует об огромных запасах энергии темной материи, которая ранее приписывалась эфиру. С точки зрения термодинамики эта энергия является свободной, т.е. способной к превращению и совершению полезной работы [6], поскольку потенциальная энергия представляет собой упорядоченную форму движения (взаимодействия) материи.

Эта энергия является основным, если не единственным, источником энергии звезд. Основанием для такого утверждения служит то обстоятельство, что выделяемая при термоядерных реакциях энергия, определяемая дефектом массы светлой (барионной) материи  $\Delta M_c$ , намного меньше самой ее массы  $M_c$ , в то время как масса темной материи  $M_T$ , поступающей из окружающего пространства в процессе ее превращения в барионное вещество, ничем не ограничена.

О том, что такая «подпитка» реальна и осуществляется не только в космосе, но и в земных условиях, свидетельствует неожиданный результат испытаний водородной бомбы над Новой Землей в 1961 г., когда расчетное энерговыделение термоядерной реакции было превышено в  $10^5$  раз [14]. Об этом же свидетельствует и существование шаровых молний, а также явление так называемого «холодного» ядерного синтеза, когда избыточное тепловыделение сопровождается появлением новых химических элементов в отсутствие обязательных для термоядерных превращений излучений.

Рис.1 наглядно демонстрирует то обстоятельство, что любая полуволна представляет собой пространственно неоднородный объект с неравномерным распределением в нем плотности  $\rho(\mathbf{r}, t)$  по длине волны  $\lambda$ . Возникающий при этом градиент  $(\partial\mathcal{E}_g/\partial \mathbf{r})$  энергии волны порождает пару гравитационных сил, пропорциональных крутизне ее фронта и действующих в направлении, указанном на рис.2 жирной стрелкой. Отсюда следует, что любая полу-

волна в темной материи с максимумом в ее центре представляет собой гравитационный диполь с парой сил, направленных вонне. Такой диполь и приводит к появлению сил «отталкивания» между двумя и более такими пучностями гравитационных волн, обусловленных тем, что обращенные друг к другу градиенты плотности темной материи, для которых силы  $\mathbf{F}_T \equiv -(\partial \mathcal{E}_T / \partial \mathbf{r}_T)$  направлены навстречу, расположены ближе, чем противоположные. Такие силы и обуславливают как стремление темной материи занять все предоставленное ей пространство вместе с образовавшимся из нее барионным веществом.

### 3. Образование барионного вещества из темной материи

Тот факт, что свойства тяготения присущи всем веществам без исключения, а способов изоляции от него не существует, делает необходимым рассмотрение темного вещества как неперменного компонента любой материальной системы. В таком случае совокупность барионной и небарионной материи Вселенной предстает как многокомпонентная система, образовавшаяся из темной материи в процессе ее превращения сначала в «темную энергию», способную противостоять силам гравитации, а затем и в барионное вещества, обладающее многими другими степенями свободы. Этот процесс взаимопревращения веществ подобен известным фазовым, химическим и ядерным превращениям. То обстоятельство, что при таком подходе именно темное вещество становится первоосновой («протоматерией») Вселенной, доля которой превышает необходимую для объяснения характера движения звезд на периферии галактик (22%), не является противоречием, поскольку речь идет в этом случае лишь о доле ее участия в создании сил тяготения.

Чтобы вскрыть причину таких превращений, учтем, что в темной материи вследствие неустойчивости ее однородного состояния возникают самопроизвольные процессы волнообразования, приводящие к «сгущению» одних и «разрежению» других ее масс. Раз возникнув, область сгущения продолжает увеличивать свою плотность под влиянием упомянутой выше пары сил гравитации  $\mathbf{F}_T$ , направленных в этом случае внутрь пучности гравитационной волны. Работа сжатия, осуществляемая этими силами, дополняется конвективным притоком энергии при аккреции вещества из окружающего пространства. В результате из темной материи постепенно образуются структурные элементы барионной материи, обладающие рядом новых свойств. Этим дополнительным степеням свободы соответствуют новые координаты состояния  $\Theta_i$  (числа молей  $k$ -х веществ  $N_k$ , их энтропии  $S_k$  заряды  $Z_k$ , импульсы  $\mathbf{P}_k$ , их моменты  $\mathbf{L}_k$  и т.д.). Возникает при этом и тепловое движение, сопровождающееся тепловым излучением, что делает барионное вещество видимым («светлым»).

Ввиду неоднородности темного вещества эти параметры также распределены в барионном веществе неравномерно. Вследствие этого и в ней наряду со скалярными процессами  $dp_i/dt$  возникают специфические векторные процессы перераспределения плотности  $\rho_i$  между отдельными частями системы, изменяющие положение в пространстве радиус-вектора их центра  $\mathbf{r}_i = \Theta_i^{-1} \int \rho_i(\mathbf{r}, t) \mathbf{r} dV$ . Возникают и специфические «моменты распределения» параметров  $\Theta_i$  [15]:

$$\mathbf{Z}_i = \Theta_i \Delta \mathbf{r}_i = \int [\rho_i(\mathbf{r}, t) - \bar{\rho}_i(t)] \mathbf{r} dV, \quad (4)$$

в связи с чем появляются потоки  $\mathbf{J}_i = d\mathbf{Z}_i/dt = \Theta_i \mathbf{v}_i$  носителей новых форм движения, их кинетическая энергия в относительном движении  $E_k = \Theta_i v_i^2/2$  и т.п. В еще более общем случае возможны также процессы переориентации векторов смещения  $\Delta \mathbf{r}_i$  и моментов  $\mathbf{Z}_i$ , изменяющие пространственный угол  $\phi$  между векторами  $\mathbf{Z}_i$ . Таким образом, каждая из  $n$  форм энергии барионной системы  $\mathcal{E}_i$  оказывается в общем случае функцией трех независимых координат  $\mathcal{E}_i = \mathcal{E}_i(\Theta_i, \mathbf{r}_i, \phi_i)$ , так что дифференциал ее полной энергии  $\mathcal{E}_c$  принимает вид [5]:

$$d\mathcal{E}_c \equiv \sum_i \psi_i d\Theta_i - \sum_i \mathbf{F}_i \cdot d\mathbf{r}_i - \sum_i \mathbf{M}_i \cdot d\phi_i, \quad (5)$$

где  $\psi_i \equiv (\partial \mathcal{E}_c / \partial \Theta_i)$  – обобщенный потенциал системы  $\psi_i$  (ее температура  $T$ , давление  $p$ , химический  $\mu_k$ , электрический  $\phi$ , гравитационный  $\psi_c$  и т.п. потенциала);  $\mathbf{F}_i \equiv -(\partial \mathcal{E}_c / \partial \mathbf{r}_i)$  – силы в их общезначимом понимании;  $\mathbf{M}_i \equiv -(\partial \mathcal{E}_c / \partial \phi_i)$  – крутящие (ориентационные) моменты.

Поскольку барионное вещество образовалось из небарионного за счет его энергии  $\mathcal{E}_\tau$ , то в соответствии с законом сохранения энергии  $d\mathcal{E}_c = -d\mathcal{E}_\tau$ . Это означает, что элементарная работа  $\delta W_i^e = \sum_i \mathbf{F}_i \cdot d\mathbf{r}_i$  и  $\delta W_i^o = \sum_i \mathbf{M}_i \cdot d\phi_i$  совершается над барионным веществом ( $d\mathcal{E}_c > 0$ ) за счет убыли энергии небарионной материи ( $d\mathcal{E}_\tau < 0$ ) и направлена против равновесия в нем. В соответствии с принципом противонаправленности процессов такая работа направлена на увеличение пространственной неоднородности в барионной материи, в том числе на возбуждение в нем относительного поступательного и вращательного движения макроскопических частей формирующегося барионного вещества, его электрическую и магнитную поляризацию, ионизацию, диссоциацию, диализ, химические, ядерные и др. превращения. Возникающие при этом противоположные свойства барионного вещества мы приписываем разноименным зарядам, спинам различного знака, относительным скоростям поступательного и вращательного движения, их противоположным направлениям и т.п. Те же формы относительного движения присущи и микроскопическим частицам, из которых состоит барионное вещество. Их движение может быть как макроскопическим (наблюдаемым), что характеризуется скоростью  $\mathbf{v}_k$ , импульсом  $\mathbf{P}_k = M_k \mathbf{v}_k$  и кинетической энергией диффузии  $k$ -х компонентов системы  $E^k = \sum_k M_k v_k^2/2$ , так и микроскопическим, характеризующимся температурой  $T$ , энтропией  $S$  и «связанной энергией» Гельмгольца  $TS$ . Таким образом, у энергии барионного вещества  $\mathcal{E}_c$  появляются новые аргументы, а в тождестве (3) – подобные им новые члены, число которых для каждой новой формы энергии с учетом вращения втрое превышает таковое для однородных систем. Тогда в тождестве (5) появляются суммы с числом слагаемых, равным числу независимых форм энергии системы [5].

К этому же классу неравновесных процессов относится и разделение в пространстве масс барионного вещества, приобретающего при этом границы и форму, т.е. становящегося телами. Это влечет за собой возникновение между этими телами сил «тяготения», стремящихся вернуть систему в исходное состояние. Силовую характеристику этого релаксационного процесса в приближении парного взаимодействия и описывает закон Ньютона. Согласно ему, сила тяготения  $\mathbf{F}_c$  в выражении (5) пропорциональна произведению двух масс  $M_c$  и  $m \ll M_c$ , и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними  $R$ :

$$\mathbf{F}_c = GmM_c/R^2. \quad (6)$$

где  $G$  – гравитационная постоянная. Согласно этому выражению, сила тяготения для любой пары тел обращается в нуль лишь при их бесконечном удалении. Это означает, что теория тяготения Ньютона, основанная на уравнении (6), не признает существования гравитацион-

ного равновесия, характеризующегося обращением в нуль силы тяготения при конечной величине  $R_{12} < \infty$ , и не допускает существования гравитационных сил «отталкивания». Иными словами, теория тяготения Ньютона описывает только релаксационные процессы, возникающие в барионной системе вследствие пространственной неоднородности ее распределения в пространстве. Тем самым еще раз подчеркивается, что гравитационное поле, как и другие силовые поля, возникает не благодаря наличию масс, зарядов и токов самих по себе (как принято думать), а вследствие их пространственной неоднородности.

Установим теперь связь между силами гравитации  $\mathbf{F}_T$  и  $\mathbf{F}_c$ , действующими в темной и светлой материи. В соответствии с общим определением силы в тождествах (3) и (5),  $\mathbf{F}_T \equiv -\nabla \mathcal{E}_T = -c^2 \nabla M_T$ , так что создаваемое ею ускорение  $\mathbf{g}_T = d\mathbf{F}_T/dM_T = -c^2 \nabla M_T/M_T$ . Поскольку же  $\nabla M_T/M_T = \nabla \rho_T/\rho_T$ , то гравитационное ускорение, создаваемое темной материей, оказывается пропорциональным относительному градиенту ее плотности:

$$\mathbf{g}_T = -c^2 \nabla \rho_T/\rho_T. \quad (7)$$

Сходное выражение можно получить и для барионной материи, обобщив закон тяготения Ньютона на случай произвольного распределения ее массы  $M_c$  в пространстве. С этой целью поставим задачу нахождения силы тяготения  $\mathbf{F}_c \equiv -\nabla \mathcal{E}_c = -\nabla(GmM_c/R)$ , создаваемой телом единичного объема в условиях, когда пробная масса  $m$  и расстояние до нее  $R$  остаются неизменными. В таком случае  $\mathbf{F}_c = -(Gm/R)\nabla M_c = -(GmM_c/R)\nabla M_c/M_c$ , так что с учетом  $\nabla M_c/M_c = \nabla \rho_c/\rho_c$  для величины ускорения  $\mathbf{g}_c = \mathbf{F}_c/m$  найдем:

$$\mathbf{g}_c = -\psi_c \nabla \rho_c/\rho_c, \quad (8)$$

где  $\psi_c \equiv \mathcal{E}_c/m = GM_c/R$  – гравитационный потенциал барионной материи.

Согласно выражениям (7) и (8), ускорения  $\mathbf{g}_T$  и  $\mathbf{g}_c$ , создаваемые темной и светлой материей, существенно отличаются по своей величине. Поскольку барионная материя образовалась вследствие уплотнения темной материи, то  $\rho_c \gg \rho_T$ . Кроме того, в ней и  $\psi_c \ll c^2$ . Поэтому при одной и той же величине градиента плотности  $\nabla \rho_T = \nabla \rho_c$  величина ускорения в темной материи на много порядков больше, чем в барионной. Это дает основание различать *сильную* и *слабую* гравитацию, создаваемую соответственно небарионной и барионной материей. Вслед за этим изменяется и представление о гравитационном взаимодействии, считавшемся наиболее слабым. Становится ясным, что все виды взаимодействия барионной материи обязаны своим происхождением именно сильной гравитации и потому не могут превышать его по своей интенсивности. Это вскрывает единую природу сильного, слабого и электромагнитного взаимодействия и делает излишним поиск путей «великого объединения» их с гравитационным взаимодействием.

#### 4. Темная энергия как источник гравитационных сил отталкивания

Как следует из закона гравитации (7), гравитационное ускорение как в темной, так и в светлой материи  $\mathbf{g}_T$  и  $\mathbf{g}_c$  в различных областях Вселенной может приобретать различный знак в зависимости от того, положителен или отрицателен градиент их плотности в данной

области пространства. При этом ускорение  $\mathbf{g}$  всегда будет направлено навстречу градиенту плотности. Если, например, темное вещество образовало ядро галактики, так что ее плотность спадает к периферии, то ускорение в нем действует в направлении к центру, приводя к дальнейшему сжатию образующегося из темной материи барионного вещества. Это позволяет обнаружить движение темной материи и определить знак его ускорения по движению видимого (барионного) вещества. При этом скорости их движения могут быть различными, что проявляется, например, в наблюдаемом «отставании» периферийной части двух «сталкивающихся» галактик.

Из (7) следует также, что величина ускорения в какой-либо области Вселенной определяется градиентом плотности в основном темного вещества в этой области пространства. Это объясняет аномальное ускорение космических зондов, подобных аппаратам «Пионер» и «Вояджер-1,2». Если их движение замедляется, то это свидетельствует лишь об их переходе в область Вселенной с более равномерным распределением темного вещества за «поясом Койпера», но не об ошибочности теории тяготения Ньютона.

Далее, закон гравитации (7) предсказывает существование в темном веществе гравитационного равновесия, характеризующегося отсутствием сил  $\mathbf{F}_T$ . Это состояние отвечает общим критериям равновесия [5], принимающим в данном случае вид:

$$(\partial\psi_T/\partial\mathbf{r}_T) = 0. \quad (8)$$

Согласно (9), условию сильного гравитационного равновесия соответствует однородное распределение плотности темного вещества ( $\nabla\rho_T = 0$ ). Это равновесие устойчиво, когда оно соответствует общему критерию устойчивости

$$(\partial^2\psi_T/\partial\mathbf{r}_T^2) < 0. \quad (9)$$

О наличии зон устойчивого равновесия свидетельствует явление либрации (колебания положения или траектории движения массивных тел в неоднородном гравитационном поле). В соответствии с выражением (7) это явление наблюдается тогда, когда тело при отклонении его от состояния равновесия попадает в область с увеличивающейся плотностью ( $\nabla\rho_T > 0$ ). Последнее напоминает движение реки между крутыми берегами. Это и является причиной возникновения сил «отталкивания», возвращающих движущееся тело на равновесную траекторию с  $\nabla\rho_T = 0$ . Этим же объясняются и кажущееся нарушение законов небесной механики, выражающееся в отклонении зависимости скорости периферийных областей галактик от радиуса [17]. В действительности все объясняется приближением их к зоне либрации, где закон тяготения Ньютона перестает действовать.

Согласно (8) и (9), зона либрации зависит от протяженности области равновесия  $(\partial\psi_T/\partial\mathbf{r}_T) = 0$ . Там, где неоднородность  $\nabla\rho_T/\rho_T$  невелика, зоны либрации, подобно равнинным рекам, могут занимать значительную часть пространства Вселенной. Однако по мере усиления этой неоднородности и сближения максимумов плотности темной материи эти зоны сужаются и могут исчезнуть вовсе. Это соответствует состоянию неустойчивого равновесия, свойственного полю тяготения Ньютона. Такая ситуация наблюдается в так называемых «тесных системах» парных звезд или галактик, где неустойчивость равновесия проявляется в перетекании вещества с одного небесного тела на другое.



Наконец, согласно (7), знак ускорения для темной и светлой материи может быть различным не только в разных областях Вселенной, но и для небарионной и барионной материи. Дело в том, что этот знак зависит в них от соотношения внешних сил  $\mathbf{F}_g^e$ , действующих со стороны другого компонента системы, и внутренних (релаксационных) сил  $\mathbf{F}_g^r$ , обусловленных стремлением системы к равновесию. Внешние силы  $\mathbf{F}_g^e$  могут быть направлены и против равновесия в объекте их воздействия. Таковы, например, силы, вызывающие разделение в пространстве барионного вещества на отдельные тела  $m$  и  $M$  вопреки действию ньютоновских сил «притяжения».

Иного рода внутренние (релаксационные) силы  $\mathbf{F}_g^r$ , которые всегда имеют один и тот же знак и направлены только в сторону установления равновесия. Именно такие силы фигурируют в законе тяготения Ньютона, отражая стремление тел к сближению. Естественно, что направление какого-либо реального процесса определяется балансом внешних и внутренних сил. Это же наблюдается и во Вселенной. Предположим, что в свободном от барионного вещества пространстве вследствие отмеченной выше неустойчивости его однородного состояния возникли процессы волнообразования, приведшие к созданию волн его плотности. То, что эти пучности удерживаются на определенном расстоянии вопреки действию сил притяжения, может быть обусловлено только наличием сил отталкивания. Эти силы возникают в полном соответствии с уравнением гравитации (7) из-за того, что обращенные друг к другу градиенты плотности темной материи, для которых силы  $\mathbf{F}_T \equiv -(\partial \mathcal{E}_T / \partial \mathbf{r}_T)$  направлены встречно, расположены ближе, чем противоположные. Как следует из этого выражения, величина силы при неизменной энергии волны  $\mathcal{E}_T$  пропорциональна средней «крутизне» переднего или заднего фронта волны. Силы же тяготения зависят и от расстояния между пучностями. Это и приводит к «дисбалансу» сил притяжения и отталкивания. Тогда мы и наблюдаем либо процесс «сгущения» продольных волн темной материи (увеличения частоты колебаний), либо процесс их «разрежения» с удалением пучностей и увеличением для гравитационной волны. Эти волны могут быть как бегущими, так и стоячими, если неоднородности среды (в том числе барионное вещество в ней) окажутся достаточными для появления «отраженных» волн.

Если при наложении сил притяжения и отталкивания, возникающих в барионном веществе при его взаимодействии с темной материей, последние начинают преобладать, мы наблюдаем процесс «разбегания» галактик. Поскольку же силы тяготения ослабевают с увеличением расстояния, указанный дисбаланс становится более ощутимым именно для более отдаленных галактик. Последнее и приводит к их «ускоренному расширению Вселенной».

Таким образом, вытекающая из энергодинамики теория гравитации позволяет объяснить целый ряд наблюдаемых во Вселенной явлений, перед которыми теория тяготения Ньютона оказалась бессильной.

Вместе с тем из изложенного следует, что никакой гипотетической «темной энергии» для объяснения феномена ускоренного расширения не требуется – эту роль выполняет сама «темная материя». Это позволяет избежать привлечения этой гипотетической среды, обладающей противоречивыми свойствами, т.е. участвующей только в гравитационном взаимодействии, но одновременно обладающей давлением (пусть и отрицательным), т.е. свойством, присущим барионной материи.

Более того, можно показать, что темная материя способна переносить энергию тех степеней свободы барионного вещества, которыми она не обладает. Это происходит вслед-

ствие силового характера взаимодействия темной и барионной материи, при котором происходит взаимопревращение энергии из одной формы в другую. Мерой этого энергопревращения и является, как известно, работа  $\Sigma_i \mathbf{F}_i \cdot d\mathbf{r}_i$ . «Механизм» такого переноса становится понятным, если воспользоваться известным выражением плотности энергии волны [13]:

$$\rho_B = \rho A_B^2 v^2 / 2, \quad (10)$$

где  $A_B$ ,  $v$  – амплитуда волны и ее частота.

Представим полную производную по времени от плотности энергии волны  $d\rho_B/dt$  в виде суммы её локальной ( $\partial\rho_B/\partial t$ ) и пространственной (конвективной) составляющей  $(\mathbf{v}_B \cdot \nabla)\rho_B$ . Последнюю составляющую, обусловленную переносом волновой формы энергии в пространстве со скоростью  $\mathbf{v}_B = c$ , легко представить в виде произведения плотности потока излучения  $\mathbf{j}_B = \rho A_B v c$  (Дж/м<sup>3</sup>) и его движущей силы  $\mathbf{X}_B = -\nabla(A_B v)$ , как это принято в термодинамике необратимых процессов [6]:

$$(\mathbf{v}_B \cdot \nabla)\rho_B = \rho A_B v \mathbf{v}_B \cdot \nabla(A_B v) = -\mathbf{j}_B \cdot \mathbf{X}_B. \quad (11)$$

Отсюда следует, что барионное вещество, взаимодействуя с темной материей, возбуждает в ней соответствующие его частотам бегущие волны. Модулированная таким образом гравитационная волна по достижении приемника излучения вновь преобразуется в исходную форму. Это и делает барионное вещество «видимым» (светлым). Так осуществляется, в частности, и перенос в пространстве электромагнитных колебаний в барионном веществе, несмотря на отсутствие в темной материи (впрочем, как и в эфире и фотонном газе) электрических и магнитных свойств [16].

В свете изложенного становится ясным, что помимо темной материи никакой специфической «светоносной» или «светопроводящей» среды типа электромагнитного поля, эфира, фотонного газа и других материальных сущностей не требуется. Излишними становятся не только «темная энергия», но и электромагнитное поле, и эфир, и физический вакуум как его квантовый аналог, поскольку сама темная материя распространяет излучение барионного вещества во всем диапазоне его частот. Более того, существование упомянутых материальных сущностей прямо противоречит тому обстоятельству, что в преобладающих объемах Вселенной, где отсутствуют скопления барионной материи, «темная» материя составляет все 100% ее вещества, что отнюдь не препятствует распространению в ней света [17].

## 5. Экспериментальное подтверждение теории

Убедительное подтверждение следствий развиваемой здесь концепции можно найти из полученных недавно в лаборатории имени Лоуренса в Беркли (США) данных о распределении галактик в видимой части Вселенной [18]. Основной целью исследований этой лаборатории в рамках проекта цифрового обзора неба (SDSS) было максимально точное (достигшее на сегодняшний день 1%) вычисление координат полутора миллионов звездных скоплений и составление трехмерной карты звездного неба. Анализируя распределение небесных тел на фиксированном расстоянии от наблюдателя, ученые обнаружили, что галактики сосредоточены в основном либо в его центре, либо на поверхности сфер на уда-

лении от их центра на расстоянии примерно в полмиллиарда световых лет [19]. На фиксированном расстоянии от наблюдателя такие скопления галактик выглядят как кольцевые структуры, напоминающие разбегающиеся волны в стоячей воде при падении в них крупных капель дождя (рис.2). Исследователи интерпретировали их как барионные акустические осцилляции первичной плазмы Вселенной [19]. Однако они являются скорее гравитационными волнами гигантской длины, поскольку акустических или иных волн в исходном веществе Вселенной возникнуть не может.

Показанный на рисунке характер распределения барионного вещества во Вселенной хорошо согласуется с уравнением гравитации (8). Согласно ему, силы тяготения  $\mathbf{F}_c = m\mathbf{g}_c$

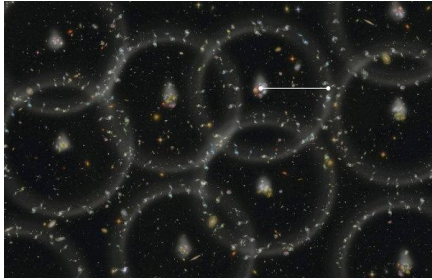


Рис.1. Карта Вселенной с изображением кольцевых структур (Source: Berkeley National Laboratory)

всегда направлены в сторону, противоположную градиенту плотности  $\nabla\rho_c$ . Это мы и наблюдаем в каждой из кольцевых структур, где плотность звездных скоплений в их центральной части убывает по мере удаления от их центра. В этом случае силы гравитации направлены внутрь скопления, ускоряя его сжатие. То же самое наблюдается в периферийной части кольца, где плотность звездных скоплений убывает при отклонении от осевой линии в обе стороны наподобие полуволны «возвышения». То обстоятельство, что между ними наблюдается обширное пространство, практически свободное от галактик, свидетельствует о существовании гравитационного равновесия ( $\nabla\rho_c = 0$ ), когда отсутствуют условия для сгущения массы темной материи с последующим ее превращением в барионное вещество.

То обстоятельство, что периферийное скопление галактик удерживается на значительном расстоянии от центрального скопления, свидетельствует о балансе сил притяжения и отталкивания. Возможность нарушения этого баланса, приводящая к расширению или сжатию кольца, является задачей дальнейших исследований [20].

То обстоятельство, что кольца имеют примерно одинаковый диаметр величиной около полумиллиарда световых лет, равно как и повторяющийся (фрактальный) характер таких кольцевых структур во всей наблюдаемой части Вселенной, рассматривается исследователями как свидетельство близости ее к «плоской» модели Вселенной. Сходный вывод о применимости к Вселенной геометрии Евклида вытекает и из энергодинамики [5], однако с ее позиций служит подтверждением отсутствия «кривизны» ее пространства и единства законов гравитации (7,8) во всех ее частях. Явно просматривающееся на рисунке встречное движение кольцевых волн плотности барионной материи вплоть до их взаимного проникновения свидетельствует о противоположной направленности процессов «разбегания галактик» в различных областях Вселенной в полном соответствии с принципом противонаправленности процессов. Это лишает оснований утверждение об одностороннем расширении не обнаружимых в принципе границ Вселенной и предсказывает неизбежность обнаружения «фиолетового смещения» спектра излучения при встречном движении галактик, если только это смещение действительно имеет доплеровскую природу.

Вместе с тем с изложенных позиций следует, что свойства гравитационной формы энергии значительно многообразнее тех, что были отражены Ньютоном в его законе тяготения. В этом отношении уравнения (7) и (8) ближе к реальности.

Представляет интерес в заключение описать вкратце с позиций энергодинамики эволюцию и инволюцию отдельных областей Вселенной. Согласно ей, темная материя является основным (а в ряде областей пространства – единственным) компонентом ее вещества. В этой материи вследствие неустойчивости однородного состояния возникают самопроизвольные процессы волнообразования, приводящие к «сгущению» одних и «разрежению» других ее областей. Некоторые области, достигшие достаточного уплотнения, образуют «ядра» будущих звезд и галактик. Действие сильной гравитации в темной материи усиливается аккрецией вещества из окружающего пространства, дополняющей работу сжатия конвективным притоком энергии. В результате из темной материи постепенно образуются структурные элементы барионной материи, обладающие рядом новых свойств (дополнительными степенями свободы). Возникает и тепловое движение со свойственным ему тепловым излучением, что делает барионное вещество видимым («светлым»). Максимум этого излучения соответствует вспышке «сверхновой». Однако когда излучение начинает преобладать над поступлением энергии, происходит остывание «сверхновой». Продолжающийся тем не менее процесс увеличения массы и сжатия приводит к образованию в ядрах галактик «черных дыр», которые излучение покинуть уже не может. Дальнейший коллапс сопровождается утратой приобретенных ранее степеней свободы и возвращением к исходному состоянию. Эти циклы хаотическим образом возникают и повторяются в той или иной области пространства. Такие циклы практически бездиссипативны ввиду вырождения тепловой формы движения по мере остывания звезд и их уплотнения (уменьшения длины свободного пробега частиц). Такое чередование эволюции и инволюции отдельных областей Вселенной (увеличения или уменьшения числа присущих им степеней свободы) означает нестационарность Вселенной в отсутствие расширения ее «границ». Такой «сценарий» принципиально отличается от предсказываемой «Стандартной моделью», утверждая возможность неограниченного во времени и пространстве существования Вселенной вдали от состояния равновесия.

Немаловажно и практическое значение полученных результатов. Оно состоит в том, что по характеру, величине и знаку относительного градиента плотности  $\nabla\rho/\rho_c$  звездных скоплений можно судить не только о направлении протекающих в них процессах, но и об их относительных темпах. Это открывает перед наблюдательной астрономией новые возможности.

### Литература

1. Clowe D. et al. A Direct Empirical Proof of the Existence of Dark Matter. // The Astrophysical Journal Letters. — 2006. — Vol. 648, no. 2. — P. L109–L113.
2. Perlmutter Saul. Nobel Lecture: Measuring the acceleration of the cosmic expansion using supernovae. // Rev. Mod. Phys. — 2012. — Vol. 84. — P. 1127–1149.
3. P. A. R. Ade et al. (Planck Collaboration) (22 March 2013). «Planck 2013 results. I. Overview of products and scientific results – Table 9». // Astronomy and Astrophysics, **1303**: 5062.
4. Лукаш В. Н., Рубаков В. А. Темная энергия: мифы и реальность. // УФН, 2008, **178**, с. 301.
5. Эткин В.А. Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии). С-П.: «Наука», 2008, 409 с.
6. Базаров И.П. Термодинамика. Изд. 4–е. М.: Высшая школа, 1991, 447 с.
7. Де Гроот С., Мазур П. Неравновесная термодинамика.- М.: Мир, 1964. 456 с.

8. Эткин В.А. Принцип различимости процессов. <http://sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/12499.html>. 15.01.2013.
9. Эткин В.А. Паралогизмы термодинамики. – Saarbrücken, Palmarium Ac. Publ., 2015. 353 с.
10. Эйнштейн А. Собрание научных трудов в четырех томах. Том 1. Работы по теории относительности 1905—1920. М.: Наука, 1965.
11. Карган Э. Ж. *Избранные труды*. -М.: изд-во МЦНМО, 1998.
12. Эткин В.А. Принцип противонаправленности процессов (Principle of Processes Counterdirectivity) viXra:1206.0004.
13. Крауфорд Ф. Берклевский курс физики. Т.3: Волны. М.: Мир, 1965. 529 с.
14. Адамский В. Б., Смирнов Ю. Н. 50-мегатонный взрыв над Новой Землёй. [http://wsyachina.narod.ru/history/50\\_mt\\_bomb.html](http://wsyachina.narod.ru/history/50_mt_bomb.html).
15. Эткин В.А. Параметры пространственной неоднородности макросистем. <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/12483.html>. 07.01.2013.
16. Эткин В.А. О неэлектромагнитной природе света. <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/110306225852.pdf>• 06.03.2011
17. Dodelson, S. (2003). *Modern Cosmology*. *Academic Press*, 2003.
18. SDSS-III: Massive Spectroscopic Surveys of the Distant Universe, the Milky Way Galaxy, and Extra-Solar Planetary Systems, 2008. P.29–40.
19. Eisenstein, D. J.; et al. Detection of the Baryon Acoustic Peak in the Large-Scale Correlation Function of SDSS Luminous Red Galaxies. // *The Astrophysical Journal*, 2005. **633** (2): 560.
20. BOSS: Dark Energy and the Geometry of Space. //SDSS III, 2011.