

# ГРАВИТАЦИОННЫЕ СИЛЫ ОТТАЛКИВАНИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ

Эткин В.А.<sup>1</sup>

## АННОТАЦИЯ

На основе принципа эквивалентности массы и энергии устанавливается новый закон взаимодействия масс, следствием которого в особых условиях является закон тяготения Ньютона. В совокупности с современной термодинамикой этот закон предсказывает существование гравитационных сил как притяжения, так и отталкивания, сильной и слабой гравитации, устойчивого и неустойчивого гравитационного равновесия, а также наличие огромных запасов пригодной для использования гравитационной энергии. Он объясняет явления либрации, перетекание вещества с галактики на галактику, их вращение, ускоренное расширения периферийных областей метагалактик, коллапс и последующие вспышки "сверхновых", аномалии в поведении космических зондов и возникновение способного к излучению барионного вещества вследствие конденсации небарионной (невидимой) материи с последующей самоорганизацией его в упорядоченные структуры типа галактик. Делается вывод о роли небарионной материи как «топлива звезд», и об отсутствии необходимости ведения темной энергии как гипотетической среды, вызывающей ускоренное расширение Вселенной. Показывается, что предсказания теории подтверждаются данными астрономических наблюдений последних лет.

**Ключевые слова:** Вселенная, эволюция, барионная и небарионная материя, силы притяжения и отталкивания, гравитационное равновесие, сильная и слабая гравитация, данные наблюдений.

## 1. Введение.

Одним из наиболее значительных открытий в астрофизике XX столетия явилось экспериментальное обнаружение наличия во Вселенной «темной» материи [1,2] и «темной» энергии [3]. 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 [4]. Таким образом, Вселенная на 95,1 % состоит из небарионной материи, которая не принимает участия в электромагнитных взаимодействиях и потому невидима. Это обстоятельство вынуждает рассматривать ее как некоторую «протоматерию», из которой в процессе эволюции образовались все известные формы вещества Вселенной. Приходится пересматривать и роль гравитационной энергии, считавшейся наиболее слабым из всех известных видов взаимодействия. Наиболее прямым путем к этому было бы применение закона сохранения массы и энергии изолированной системы и принципа их эквивалентности, из которых сразу бы стало ясным, что в «темных» областях Вселенной, где масса небарионного вещества достигает 100%, гравитационная энергия является единственной ее формой. Однако для этого необходимо рассматривать Вселенную в целом как изолированную систему, что разделяется далеко не всеми. Кроме того, изучение процессов, происходящих в изолированных системах, требует привлечения теории, которая не прибегает к определению каких-либо па-

---

<sup>1</sup> Тольяттинский государственный университет

раметров как частных производных от энергии системы и способна к системному рассмотрению Вселенной «от целого к части», не разделяя ее на условно равновесные области, фазы и компоненты. Такая теория, пригодная к изучению неравновесных (нестатических) процессов переноса и преобразования любых форм энергии, появилась совсем недавно и была названа нами для краткости «энергодинамикой» [5]. Эта теория осуществила синтез методов равновесной [6] и неравновесной [7,8] термодинамики с последующим обобщением их на нетепловые формы энергии. Она рассматривает наиболее общий случай открытых многокомпонентных поливариантных систем, совершающих помимо работы расширения любые другие виды работ (внешних и внутренних, технических и нетехнических, механических и немеханических, полезных и диссипативных). Это и делает энергодинамику наиболее приемлемой теорией для изучения процессов преобразования энергии и вещества во Вселенной.

Подход с более общих позиций позволяет обосновать существование во Вселенной гравитационных сил как притяжения, так и отталкивания, что делает излишним введение гипотетической темной энергии как однородной среды с отрицательным абсолютным давлением, ответственной за ускоренное расширение Вселенной. Наряду с этим энергодинамика предсказывает существование сильной и слабой гравитации, устойчивого и неустойчивого гравитационного равновесия, а также наличие огромных запасов пригодной для использования (свободной) гравитационной энергии. Благодаря всему этому энергодинамика дает новое обоснование и объяснение ряда наблюдаемых во Вселенной явлений, порождающих эволюцию одних и инволюцию других ее частей.

## 2. Особенности энергодинамики в приложении к изолированным системам

Подобно классической термодинамике [6], энергодинамический метод исследования базируется на свойствах полного дифференциала энергии системы  $\mathcal{E}$  как наиболее общей функции ее состояния. При этом энергодинамика учитывает, что в изолированных системах типа Вселенной как целого понятия внешней кинетической энергии  $E_k$ , внешней потенциальной  $E_p$ , внешних сил и внешнего энергообмена утрачивают смысл, а закон сохранения полной энергии системы  $\mathcal{E}$  вырождается до закона сохранения внутренней энергии  $U$ . В таком случае внутренняя энергия из «рассеянной» (утратившей работоспособность) части полной энергии [6] сама становится полной энергией изолированной системы, которая включает кинетическую энергию относительного движения макроскопических частей системы  $U_k$  и потенциальную энергию их взаимодействия  $U_p$ , а в общем случае – энергию  $U_i$  всех ее  $i$ -х форм  $U = \sum_i U_i$  [5]. Поскольку способов изоляции от гравитационного взаимодействия не существует, энергодинамика рассматривает небарионное вещество как непрямой компонент любой астрофизической системы, а образование из нее обычного (барионного) вещества, обладающего многими степенями свободы – как процесс фазового перехода, характеризующийся необычайно высокой степенью уплотнения материи <sup>1)</sup>.

Далее, в отличие от классической термодинамики, энергодинамика акцентирует внимание на изучении неравновесных процессов, в которых локальные интенсивные параметры состояния системы отличаются от их средних значений. Специфика таких процессов состоит в противоположном по характеру (знаку) изменении экстенсивных параметров  $\Theta$

<sup>1)</sup> Плотность небарионной материи составляет по современным оценкам  $10^{-27}$  г/см<sup>3</sup>, а плотность звезд достигает величины  $10^{18}$  г/см<sup>3</sup>.

(массы  $M$ , чисел молей  $k$ -х веществ или фаз  $N_k$ , энтропии  $S$ , заряда  $\Theta_e$ , импульса  $\mathbf{P}$ , его момента  $\mathbf{L}$  и т.п.) в различных частях (областях, фазах, компонентах) системы. Чтобы доказать это, достаточно выделить в объекте исследования объемом  $V$  подсистемы с объемами  $V'$  и  $V''$ , в пределах которых плотность  $\rho(\mathbf{r}, t) = d\Theta/dV$  любого экстенсивного параметра системы  $\Theta$  (массы  $M$ , энтропии  $S$ , заряда  $Z$ , числа молей  $k$ -х веществ  $N_k$  и т.д.) больше или меньше средней их величины  $\bar{\rho} = V^{-1} \int \rho dV = \Theta/V$ . Тогда в силу очевидного равенства  $\int \rho dV = \int \bar{\rho} dV = \Theta$  имеем:

$$\int (\rho' - \bar{\rho}) dV' + \int (\rho'' - \bar{\rho}) dV'' = 0. \quad (1)$$

Отсюда следует, что в неоднородной системе всегда имеются подсистемы (области, фазы, компоненты), в которых это отклонение  $\rho' - \bar{\rho}$  и  $\rho'' - \bar{\rho}$  имеет противоположный знак, как и скорости их изменения. Это положение, названное в [5] «принципом противонаправленности процессов», предопределяет эволюцию не только Вселенной в целом, но и любой ее части. Примером таких процессов является перетекание вещества с одной галактики на другую в тесных системах двойных звезд. Они приводят к спонтанному уплотнению одних и разрежению других областей пространства, заполненного «протоматерией», и образованию продольных гравитационных волн. Этот колебательный процесс иллюстрируется рис.1, из которого следует, что любая волна произвольной величины  $\Theta$  (в данном случае массы  $M$ ) образована смещением некоторого ее количества  $\Theta'$  из положения с радиус-вектором  $\mathbf{r}'$  в положение  $\mathbf{r}''$ . Такие волны образуются между неоднородностями небарионного вещества и являются стоячими. Они не переносят энергию через свои узлы, что и является причиной их ненаблюдаемости. Однако внутренний перенос вещества в них сопровождается образованием дипольного «момента распределения» массы  $\mathbf{Z}$ , определяемого выражением:

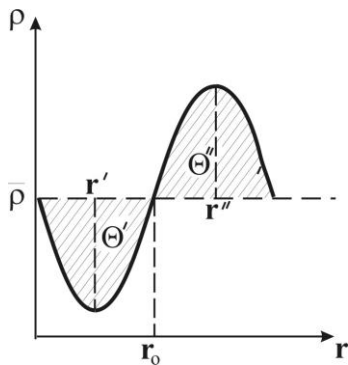


Рис.1. Волнообразование в небарионной материи

$$\mathbf{Z} = M\Delta\mathbf{r} = \int (\rho - \bar{\rho}) \mathbf{r} dV, \quad (2)$$

где  $\Delta\mathbf{r} = \mathbf{r}'' - \mathbf{r}'$  – плечо момента  $\mathbf{Z}$ , именуемое «вектором смещения»;  $\mathbf{r}$  – бегущая (эйлерова) координата.

Такие моменты возникают при перераспределении любых экстенсивных параметров  $\Theta$ . Поэтому введение таких «параметров неоднородности» позволяет оценить отклонение системы в целом от равновесия любого рода (термического, механического, материального и т.п.), избегая при этом применения гипотезы локального равновесия [6].

Полный дифференциал момента  $\mathbf{Z}$  в общем случае может быть разложен на три независимых составляющие:

$$d\mathbf{Z} = \Delta\mathbf{r}dM + Md\mathbf{R} + d\varphi \times \mathbf{Z}, \quad (3)$$

где  $\Delta\mathbf{R} \equiv |\Delta\mathbf{r}|$  – модуль вектора смещения.

В соответствии с методологией энергодинамики [5] это означает, что для описания состояния пространственно неоднородной системы с единственной (гравитационной) степенью свободы ( $U = U_g$ ) необходимо и достаточно трех аргументов, один из которых характе-

ризует изменение ее массы  $M_g$  например, в процессе аккреции, другой – положение  $\mathbf{R}_g$  центра масс, изменяющееся в процессе ее перераспределения (например, при перетекании вещества с одной галактики на другую со скоростью  $\mathbf{v}_g = d\mathbf{R}_g/dt$ ), а третий – процесс ее переориентации, связанный с изменением пространственного (эйлерового) угла  $\varphi_g$  ориентации вектора  $\Delta\mathbf{R}$  (например, при вращении галактики с угловой скоростью  $\boldsymbol{\omega}_g = d\boldsymbol{\varphi}_g/dt$ ). Иными словами, гравитационная энергия  $U_g$  как функции состояния имеет вид  $U_g = U_g(M_g, \mathbf{R}_g, \boldsymbol{\varphi}_g)$ , а ее полный дифференциал может быть представлен в форме тождества:

$$dU_g \equiv \psi_g dM_g - \mathbf{F}_g \cdot d\mathbf{R}_g - \mathbf{M}_g \cdot d\boldsymbol{\varphi}_g, \quad (4)$$

где  $\psi_g \equiv (\partial U_g / \partial M_g)$  – гравитационный потенциал;  $\mathbf{F}_g \equiv -(\partial U_g / \partial \mathbf{R}_g)$  – гравитационная сила;  $\mathbf{M}_g \equiv -(\partial U_g / \partial \boldsymbol{\varphi}_g)$  – ее крутящий момент. При этом не имеет значения, рассматриваем ли мы небарионное вещество как сплошную или как дискретную среду, поскольку описание его состояния с помощью указанных параметров оказывается возможным как в том, так и в ином случае.

Процесс волнообразования в небарионном веществе (рис.1) является первым этапом на пути его превращения в барионное вещество. Этот процесс сопровождается появлением у него кинетической энергии относительного движения  $U_k = M_g v_g^2/2$ . При этом возникает пара сил  $\mathbf{F}_g$ , пропорциональных «крутизне» волны, которая стремится «распластать» волну и заполнить все предоставленное ей пространство. Эти силы отталкивания обуславливают «всепроницающий» характер гравитационных волн и их сжатие до состояния, достаточного для образования из них барионного вещества. Они же объясняют способность небарионного вещества совершать работу «против равновесия», которая сопровождается возникновением в барионном веществе новых степеней свободы с противоположными по знаку зарядами, спинами, импульсами и т.п. Все новые ( $i$ -е) формы энергии барионного вещества  $U_i$ , в том числе кинетическая энергия относительного поступательного, вращательного и колебательного движения его частей, все формы потенциальной энергии их взаимодействия (гравитационная, электрическая, магнитная, химическая, ядерная и т.п.), а также тепловая энергия, возникают в этом процессе структурирования барионной материи, естественно, за счет убыли гравитационной энергии небарионного вещества. С появлением новых степеней свободы возникает способность барионного вещества к тепловому и нетепловому излучению, которое и делает его «видимым».

Поскольку моменты распределения  $\mathbf{Z}_i$  возникают в общем случае и у новых форм энергии, тождество (4) усложняется и с учетом нестатичности новых степеней свободы принимает вид:

$$\sum_i dU_i/dt \equiv \sum_i \psi_i d\Theta_i/dt - \sum_i \mathbf{F}_i \cdot \mathbf{v}_i - \sum_i \mathbf{M}_i \cdot \boldsymbol{\omega}_i, \quad (5)$$

где  $\Theta_i$  – любые экстенсивные параметры системы (масса  $M$ , числа молей  $k$ -х веществ  $N_k$ , энтропия  $S$ , заряд  $\Theta_e$ , импульс  $\mathbf{P}$ , его момент  $\mathbf{L}$  и т.п.);  $\psi_i \equiv (\partial U_i / \partial \Theta_i)$  – соответствующие им обобщенные потенциалы (абсолютная температура  $T$  и давление  $p$ , химический  $\mu_k$ , электрический  $\phi$ , гравитационный  $\psi_g$  и т.п. потенциалы);  $\mathbf{F}_i \equiv -(\partial U_i / \partial \mathbf{R}_i)$  – силы в их общезначимом понимании (внешние и внутренние, механические и немеханические, полезные и диссипативные);  $\mathbf{M}_i \equiv -(\partial U_i / \partial \boldsymbol{\varphi}_i)$  – моменты этих сил;  $\mathbf{v}_i = d\mathbf{R}_i/dt$ ,  $\boldsymbol{\omega}_i = d\boldsymbol{\varphi}_i/dt$  – скорости относительного поступательного и вращательного движения энергоносителей  $\Theta_i$ ;  $t$  – время;  $i = 1, 2, \dots, n$  – число форм энергии в системе.

В однородных системах 2-я и 3-я суммы тождества (5) обращаются в нуль, и оно переходит в обобщенное уравнение неравновесной термодинамики [6], описывающее процессы теплообмена, массообмена, диффузии, объемной деформации и т.п. Если же, напротив, рассматривать изолированные системы, в которых эти процессы отсутствуют, то оно перейдет в обобщенное уравнение динамики изолированных систем, в которых одновременно протекают внутренние процессы механической и немеханической природы. Благодаря такому синтезу энергодинамика позволила получить не только основные законы и уравнения механики и термодинамики, гидродинамики и электродинамики как ее следствия, но и ряд других нетривиальных следствий [9].

Для решения конкретных задач основное тождество энергодинамики (5) должно быть дополнено называемыми «условиями однозначности», включающими физические свойства изучаемого объекта, уравнения его состояния и переноса, граничные условия и т.д. При их адекватности энергодинамика сохраняет свойственную термодинамике непреложную справедливость ее следствий. Это и позволяет рассчитывать на плодотворность ее приложения к астрофизическим процессам.

### 3. Энергия и гравитационный потенциал небарионной материи

Рассмотрим с этих позиций процессы, протекающие в небарионной материи в «темных» областях Вселенной, где ее доля достигает 100%. В этом случае вся ее масса и энергия системы принадлежат единственному компоненту, т.е.  $M = M_T$  и  $U = U_T$ . Тогда в состоянии покоя (отсутствии перетекания массы и ее вращения) из тождества (4) следует пропорциональность энергии небарионной материи  $U_g$  и ее массы  $M_g$  с коэффициентом пропорциональности, равным гравитационному потенциалу небарионной материи  $\psi_g$ :

$$dU_g = \psi_g dM_g \text{ или } U_g = \psi_g M_g. \quad (6)$$

Ранее выражение такого типа относили к эфиру как светоносной среде в предположении его способности к превращению в обычное вещество (Н.Умов, 1873; Дж. Томсон, 1881; О. Хэвисайд, 1990; А.Пуанкаре, 1900; Ф. Хазенорль, 1904 и др.). При этом коэффициент пропорциональности  $\psi_g$  принимал в зависимости от модели эфира значение от  $c^2/2$  до  $4c^2/3$  [10]. А. Эйнштейн в 1905 г. обобщил это выражение на все виды вещества и формы энергии, положив коэффициент пропорциональности  $\psi_g$  равным  $c^2$  [11]. С тех пор это положение называют принципом эквивалентности массы (покоя) и энергии. Согласно этому принципу, гравитационный потенциал в выражении (4) равен квадрату скорости света:

$$\psi_g = (\partial U_g / \partial M_g) = c^2, \text{ Дж/кг}. \quad (7)$$

Представляет интерес сопоставить эту величину с ньютоновским гравитационным потенциалом на поверхности Солнца и Земли  $\psi_c = GM_c/R$ , полагая его, как и внутреннюю энергию  $U$ , величиной сугубо положительной. В первом случае  $G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-2}$  – гравитационная постоянная; масса  $M_c = 1,989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$ ; радиус  $R_c = 6,9599 \cdot 10^8 \text{ м}$ , и  $\psi_c = 1,906 \cdot 10^{11} \text{ Дж/кг}$ , что меньше потенциала темной материи в  $4,7 \cdot 10^5$  раз. Еще слабее гравитационный потенциал на поверхности Земли ( $M_3 = 5,976 \cdot 10^{24} \text{ кг}$ ;  $R_3 = 6,36 \cdot 10^6 \text{ м}$ ), для которой  $\psi_3 = 6,27 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}$ , т.е. меньше  $\psi_g$  на 9 порядков! Это обстоятельство оправдывает по-

становку вопроса о существовании «сильной гравитации» [12], приближая нас к пониманию того, что все силы, действующие в обычном веществе, имеют в конечном счете единую природу и становятся явно различимыми только после появления у гравитационного взаимодействия новых носителей энергии.

Отсюда следует также, что гравитационная энергия является едва ли не единственным источником энергии звезд. Основанием для такого утверждения служит то обстоятельство, что весь запас энергии, расходуемый ими в процессе термоядерного синтеза, приобретен именно за счет конденсации небарионного вещества. Кроме того, если энерговыделение при термоядерных реакциях ограничено относительной величиной дефекта массы  $\Delta M_c/M_c$ , много меньшей единицы, то относительная величина массы небарионной материи  $\Delta M_T/M_T$ , поступающей из окружающего пространства в процессе его превращения в барионное вещество, ничем не ограничена.

О том, что такое превращение осуществляется не только в космических, но и в земных условиях, свидетельствует результат испытаний водородной «царь – бомбы» над Новой Землей в 1961 г., когда расчетное энерговыделение термоядерной реакции было превышено в  $10^5$  раз [13]. Об этом же свидетельствует существование шаровых молний, излучающих энергию в течение длительного времени (до 15 минут), а также известные еще со времен Тесла конструкции так называемых «сверхединичных» устройств, выходная мощность которых превышает потребляемую мощность вследствие «подпитки» их не поддающейся измерению энергией окружающей среды. Велика вероятность и того, что именно конденсация небарионного вещества обуславливает избыточное тепловыделение в реакциях так называемого «холодного ядерного синтеза», которые сопровождаются появлением новых химических элементов в отсутствие обязательных для термоядерных превращений гамма-излучений [14]. Все это вынуждает переосмыслить роль гравитационной энергии в процессах мироздания.

#### 4. Существование гравитационных сил притяжения и отталкивания

Из принципа эквивалентности массы и энергии следует, что

$$u_g = c^2 \rho, \text{ Дж/м}^3, \quad (9)$$

где  $\rho$ ,  $u_g$  – плотность небарионного вещества и его энергии.

Применяя к обеим частям выражения (8) оператор  $\nabla$ , имеем:

$$\nabla u_g = c^2 \nabla \rho. \quad (10)$$

Поскольку гравитационное ускорение  $\mathbf{g}$  связано с градиентом плотности  $\nabla u_g$  известным соотношением  $\rho \mathbf{g} = -\nabla u_g$ , то из (9) с учетом  $\psi_g = c^2$  непосредственно последует альтернативный ньютоновскому закон гравитации [15]:

$$\mathbf{g} = -\psi_g \nabla \rho / \rho. \quad (11)$$

Согласно этому выражению, величина гравитационного ускорения пропорциональна относительному градиенту  $\nabla \rho / \rho$  плотности вещества, образующего гравитационное поле.

При этом гравитационная сила всегда направлена против градиента плотности вещества  $\nabla\rho$  и потому может иметь в разных областях Вселенной различную величину и знак в зависимости от величины и знака этого градиента. Иными словами, гравитационные силы могут быть как силами притяжения, так и силами отталкивания в зависимости от характера распределения масс в пространстве.

Наличие гравитационных сил обоих знаков никоим образом не вытекало из закона тяготения Ньютона. Тем не менее выражение (11) не противоречит закону (8). Как известно, закон Ньютона получен в предположении однородного распределения плотности  $\rho$  и определяет гравитационный потенциал  $\psi_c$  в точке  $\mathbf{r}$  вне этого тела в функции его массы  $M_c = \rho V_c$ , т.е.  $\psi_c = \psi_c(M_c, \mathbf{r})$ . Поставим теперь задачу иным образом: найти потенциал  $\psi_c$  на поверхности сферы (единичного) объема  $V$  с радиусом  $R$  в функции плотности вещества  $\rho$ , т.е.  $\psi_c = \psi_c(\rho, R)$ , как в выражении (11). В соответствии с (8) этот потенциал равен

$$\psi_c = (GV_c/R_c)\rho. \quad (12)$$

Отсюда следует, что

$$\mathbf{g}_c = -\nabla\psi_c = -(GV_c/R_c)\nabla\rho = -\psi_c\nabla\rho/\rho, \quad (13)$$

т.е. ускорение  $\mathbf{g}_c$  в барионной материи связано с градиентом плотности тем же соотношением (11), в котором коэффициент пропорциональности  $\psi_t$  заменен на  $\psi_c$ . По-видимому, именно различие потенциалов  $\psi_g$  и  $\psi_c$  как функций скорости распространения возмущений плотности в барионном и небарионном веществе является причиной различия «сильной»  $\mathbf{g}$  и «слабой»  $\mathbf{g}_c$  гравитации. В таком случае закон Ньютона можно рассматривать как иную формулировку закона взаимодействия масс для случая парного взаимодействия тел.

Характерно, что не только тождество (5), но и законы гравитации в форме (11) и (13) подчеркивают, что любые силовые поля порождены не массами, зарядами и токами самими по себе, а их неоднородным распределением в пространстве. Отмеченная общность законов (11) и (13) позволяет ему предсказывать поведение объектов Вселенной на основе измерения относительной величины градиента плотности видимого вещества  $\nabla\rho/\rho$ . Если, например, плотность звезд в галактике спадает к ее периферии, то согласно им ускорение в ней действует в направлении к центру. Это указывает на протекание в ней процесса сжатия. Напротив, если две галактики, имеющие максимумы плотности в их центре, отдалены друг от друга промежутком, свободным от барионного вещества, то это указывает на действие между ними (как минимум в прошлом) сил отталкивания.

Закон гравитации (11) объясняет и явление «перетекания» вещества с одной галактики на другую при отсутствии наблюдаемого сближения их ядер. Действительно, согласно (11) ускорение  $\mathbf{g}$  обратно пропорционально плотности вещества и потому в большей степени влияет на периферийные, нежели на центральные области галактик. Этим объясняется и отставание оболочки (шубы) движущихся (сталкивающихся) галактик от ее ядра.

Не менее важно, что закон (11) позволяет объяснить и возникновение вращения ряда галактик. Если, например, звезды двойной системы имеют различную плотность, то и действующая на них со стороны сила гравитации будет также различной, порождая тем самым вращающий момент. То же самое будет происходить и с галактикой, имеющей рукава, т.е. асимметрично обменивающейся веществом с соседними галактиками. Такой момент будет отсутствовать только при полной симметрии объекта (когда вектор смещения  $\Delta\mathbf{R} = 0$ ) дей-

ствия гравитационных сил на всем протяжении его эволюции, поскольку вращение, раз возникнув, сохраняется в дальнейшем длительное время и в отсутствие крутящего момента ввиду практического отсутствия у небарионной материи вязкости.

Все это позволяет объяснять и предсказывать характер движения объектов Вселенной на основании измерений «в реальном времени», когда длительные наблюдения исключены. Благодаря этому закон гравитации (11) открывает перед наблюдательной астрономией новые возможности.

## 5. Существование гравитационного равновесия

Эвристическая ценность нового закона гравитации состоит также в предсказании существования гравитационного равновесия, характеризующегося отсутствием результирующей сил  $\mathbf{F}_g$ . Это положение также не следовало из закона тяготения Ньютона (12), согласно которому эти силы достигали нуля только при бесконечном удалении тяготеющих тел. Из законов же (11) и (13) непосредственно следует, что гравитационные силы  $\mathbf{F}_g = M\mathbf{g}$  обращаются в нуль при  $\nabla\rho = 0$  независимо от величины самой плотности  $\rho$ . Это состояние отвечает общим термодинамическим критериям равновесия [6], принимающим в данном случае вид:

$$\mathbf{g} = -\nabla\psi = 0. \quad (14)$$

Характерно, что еще сам Ньютон привел изящное доказательство отсутствия гравитации внутри сферы с однородным распределением плотности по ее поверхности [16]. Это равновесие устойчиво, если смещение  $d\mathbf{r} = d\mathbf{R}_T > 0$  от положения равновесия  $\mathbf{r}_0$  вызывает появление «возвращающей» силы, т.е. ускорения, направленного против смещения

$$-\nabla\mathbf{g} = \nabla^2\psi_g > 0, \quad (15)$$

и, напротив, неустойчивым, если это смещение  $d\mathbf{r} = d\mathbf{R}_T$  вызывает дальнейшее ускорение тела в том же направлении:

$$-\nabla\mathbf{g} = \nabla^2\psi_g < 0, \quad (16)$$

О наличии таких зон устойчивого равновесия свидетельствует явление либрации (периодических колебаний положения или траектории движения небесных тел относительно среднего положения). В соответствии с выражениями (11) и (13) это явление наблюдается тогда, когда космическое тело при отклонении его положения или траектории от состояния равновесия попадает в область с увеличивающимся гравитационным потенциалом ( $\nabla\psi_g > 0$ ). Согласно (11) и (13), «ширина» зоны устойчивого равновесия зависит от величины  $\nabla\rho/\rho$ . Там, где относительная неоднородность  $\nabla\rho/\rho$  невелика, зоны либрации, подобно равнинным рекам, могут занимать значительную часть пространства Вселенной. Однако по мере усиления этой неоднородности эти зоны сужаются и могут исчезнуть вовсе, как это имело место в законе тяготения Ньютона (12), где  $(\partial\psi/\partial R_c)$  всегда меньше нуля. В этом несложно убедиться, поместив «пробное» тело между двумя тяготеющими массами. Подобная же ситуация наблюдается и в так называемых «тесных системах» парных звезд или галактик, где неустойчивость равновесия проявляется в перетекании вещества с одного небесного тела на другое.



Приближение к зоне либрации может объяснить и аномальное замедление движения космических зондов типа «Пионер» и «Вояджер-1 и 2» их переходом в область Вселенной с более равномерным распределением вещества.

Таким образом, согласно (11) и (13), по характеру, величине и знаку относительного градиента плотности звездных скоплений  $\nabla\rho/\rho$  можно судить не только о направлении эволюции той или иной области вселенной, но и об относительных темпах таких процессов.

Существование гравитационного равновесия и наличие обширных зон либрации объясняет, почему наблюдаемая часть Вселенной длительное время казалась астрономам стационарной, а сверхбыстрые процессы в ней – случайными. Присущий равновесию тонкий баланс между силами притяжения и отталкивания нарушается лишь с выходом из зоны либрации. В соответствии с выражением (14) это происходит по мере увеличения смещения  $\Delta R_g$  от области равновесия, т.е. по мере возрастания сил отталкивания, которые пропорциональны градиенту гравитационного потенциала. Это и вызывает преимущественное разбегание удаленных галактик, расположенных ближе к границам зоны либрации (где градиенты  $\nabla\rho$  значительнее). Заметим, что объяснение ускоренного расширения «периферийных» областей наблюдаемой Вселенной оказалось не под силу ни одной из существующих теорий гравитации.

Наличие сил отталкивания у самой барионной материи делает излишним привлечение гипотетической «темной энергии» – неизменной во времени среды с отрицательным давлением, призванной скомпенсировать силы тяготения и объяснить обнаруженное ускоренное расширение удаленных галактик. Становится ненужным и бесперспективный поиск кандидатур на роль носителей этой энергии, которые были бы способны поддерживать столь тонкий баланс между силами тяготения и отталкивания, а не превышали бы его, подобно физическому вакууму, на 123 порядка [17]. Это делает термины «небарионное» и «темное» вещество по существу синонимами.

## 6. Обсуждение результатов и 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 удалении от их центра на расстоянии примерно в полмиллиарда световых лет [15]. 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 [16]. 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 законом гравитации (10). Согласно ему, силы тяготения  $\mathbf{F}_c = m\mathbf{g}_c$  всегда направлены в сторону, противоположную градиенту

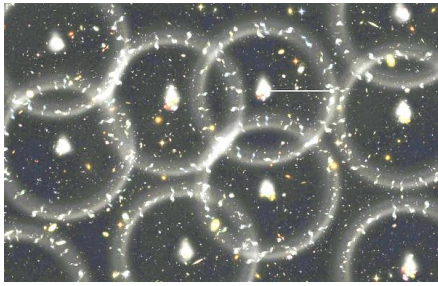


Рис.1. Карта Вселенной с изображением кольцевых структур (Source: Berkeley National Laboratory)

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 наличии между ними обширнейшей зоны либрации. Дальнейшее изучение должно выявить, расширяются или сужается эта зона.

Явно просматривающийся на рис.1 (фрактальный) характер кольцевых структур во всей наблюдаемой части Вселенной и их примерно одинаковый диаметр (величиной около полумиллиарда световых лет) рассматривается в [16] как свидетельство применимости ко Вселенной геометрии Евклида (т.е. о близости Вселенной к «плоской» модели ее с позиций ОТО). Это подтверждает правомерность изучения ее с позиций классической физики.

Представляет интерес в заключение описать вкратце с позиций энергодинамики эволюцию и инволюцию отдельных областей Вселенной. Согласно ей, в небарионной материи вследствие флуктуации плотности возникают локальные «сгущения». Раз возникнув, они в силу закона гравитации (10) порождают пару сил, вызывающих дальнейшее уплотнение области повышенной плотности. По мере уплотнения из темной материи рождаются структурные элементы барионной материи, осцилляции которых порождают излучение. Этот процесс прекращается только с наступлением «коллапса», когда состояние звезды становится близким к однородному ( $\nabla\rho_c \rightarrow 0$ ), и силы сжатия начинают уступать силам внутреннего давления, порожденного протекающими в веществе экзотермическими процессами. Тогда коллапсирующая звезда начинает сравнительно быстро «сбрасывать» внешнюю оболочку. Этот процесс сопровождается резким всплеском светимости (вспышкой «сверхновой») и может повторяться до тех пор, пока вещество звезды не окажется рассеянным в пространстве. Такого рода циклы эволюции и инволюции наблюдаются во всех областях видимой Вселенной, подтверждая ее нестационарность и возможность неограниченного существования во времени и пространстве.

## 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 S.* Nobel Lecture: Measuring the acceleration of the cosmic expansion using supernovae. // *Rev. Mod. Phys.* — 2012. — Vol. 84. — P. 1127—1149.
3. Ade P. A. R. et al. Planck 2013 results. I. Overview of products and scientific results. // *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. Дьярмати И. Неравновесная термодинамика. Теория поля и вариационные принципы. — М.: Мир, 1974. 304 с.
8. Эткин В.А. Термокинетика (термодинамика неравновесных процессов переноса и преобразования энергии). —Тольятти,1999. 228 с.
9. Эткин В.А. Синтез основ инженерных дисциплин (энергодинамический подход к интеграции знаний). — Lambert Academic Publishing, 2011.-290 с.
10. Whittaker F.R.S. A History of the Theories of Aether and Electricity. Т.2. — London, 1959.
11. Einstein A. Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig? (нем.) // *Ann. Phys.* — 1905. — Vol. 18 [323]. — P. 639—641.
12. Sivaram, C. and Sinha, K.P. Strong gravity, black holes, and hadrons. // *Physical Review D*, 1977, Vol. 16, Issue 6, P. 1975-1978. Sivaram, C. and Sinha, K.P. Strong gravity, black holes, and hadrons. *Physical Review D*, 1977, Vol. 16, Issue 6, P. 1975-1978.
13. BBC News. Russia to display mega H-bomb. <http://www.bbc.com/news/world-europe-33975032>. 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).
14. Bart S. Undead Science: Science Studies and the Afterlife of Cold Fusion. — Rutgers University Press,(2002. — 119 p.
15. Etkin V.A. On existence of gravitational repulsion forces (О существовании гравитационных сил отталкивания). <http://viXra.org/abs/1609.0130>.
16. Feynman R.P., Leighton R.B., Sands M. The Feynman Lectures on Physics. V.5. — London, 1964.
17. Caldwell R. R., Kamionkowski M., Weinberg N. Phantom Energy and Cosmic Doomsday (astro-ph:0302506)
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.