

АЛЬТЕРНАТИВА ЗАКОНУ ТЯГОТЕНИЯ НЬЮТОНА

Эткин В.А. д.т.н., проф.

Аннотация.

Установлен новый, биполярный закон гравитационного взаимодействия масс, утверждающий существование сил как притяжения, так и отталкивания в зависимости от знака градиента плотности вещества. Найдены условия, при которых он переходит в закон тяготения Ньютона. Показано существование «супергравитации», на десятки порядков превышающей ньютоновские силы тяготения. Обосновано существование гравитационного равновесия и единство природы всех взаимодействий. Приведены данные недавних астрономических наблюдений, подтверждающие следствия биполярного закона.

1. Введение.

Причины возникновения и природа гравитации интересовали человечество с древних времён. Исторически первой из дошедших до нас концепций гравитации явилась вихревая модель Демокрита [1]. Он считал гравитацию «эмерджентным» свойством, возникающим вследствие появления вихрей в среде, названной впоследствии эфиром. Этой же концепции придерживался и Аристотель, который объяснял множество наблюдаемых явлений возникновением в этой среде вихрей.

С новой остротой вопрос о происхождении гравитации встал после того, как И. Ньютон на основе найденных Кеплером законов движения планет вывел свой знаменитый закон всемирного тяготения [2]. Согласно этому закону, модуль силы¹ притяжения F_g двух тел с массами m и M пропорциональна произведению этих масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния между их центрами r :

$$F_g = GmM/r^2. \quad (1)$$

где G – коэффициент пропорциональности, названный впоследствии гравитационной постоянной.

В этом законе сила тяготения F_g выступала уже как врожденное свойство «тяжести» тел, извечно присущее любым телам так же, как и их масса. Он предполагает «мгновенный» характер действия этой силы независимо от расстояния до источника силы. Не объяснял этот закон и причины возникновения сил притяжения. Поэтому многие мыслители XVIII века,

¹ Понятия вектора в ту пору не существовало.

включая Декарта, Гюйгенса и Кельвина, оставались вопреки Ньютону сторонниками «кинетической» концепции гравитации. В частности, ещё в 1690 году женеvский математик Н. Фатио предложил простую теорию гравитации, которая давала объяснение формуле силы Ньютона. Он предположил, что вселенная наполнена мельчайшими корпускулами, которые движутся с очень высокой скоростью беспорядочно и прямолинейно во всех направлениях, и показал при этом, что плотность потока этих частиц уменьшается пропорционально квадрату расстояния. Его идеи, ставшие известными по переписке с учёными того времени, не пропали даром, и в 1756 году Ле Саж опубликовал основанную на его идеях «приталкивательную» концепцию гравитации [3]. Его теория давала механическое объяснение ряду явлений, и в контексте только что открытой кинетической теории газов (В. Томсон, 1873) стала предметом повышенного интереса. Этот интерес сохранился и до настоящего времени, хотя критики теории Ле Сажа обнаружили в ней множество слабых мест.

Значительные трудности создавала и создаёт расходимость закона тяготения (1), выражающаяся в том, что ньютоновская сила F_g , а вместе с ней и энергия гравитационного взаимодействия U_g обращаются в бесконечность по мере сближения тяготеющих тел ($r \rightarrow 0$). В небесной механике это не имело особого значения ввиду пренебрежимой малости размеров тела по сравнению с расстоянием между ними. Однако в законе Ньютона, претендующем на «всемирный» характер, конечные размеры тел играли решающую роль.

Одним из следствий рассмотрения небесных тел как материальных точек явилась отрицательная величина гравитационной энергии. В этом случае за начало её отсчёта вынужденно принималось расстояние до «пробного тела» $r = \infty$, что делало гравитационный потенциал $\psi_g = U_g/m = -GmM/r$ и гравитационную энергию U_g отрицательными. Это дало основание для совершенно фантастических утверждений о том, что Вселенная могла возникнуть «из ничего» [4, 5], поскольку её отрицательная потенциальная энергия в точности компенсирует кинетическую и может быть равной нулю.

Между тем «калибровка» закона Ньютона, приведшая к такому выводу, является следствием того же пренебрежения размерами гравитирующих тел. Действительно, если учесть минимальное расстояние $r = r_0$, на которое могли быть сближены тела без проникновения друг в друга, которое равно сумме их радиусов, то закону Ньютона следует придать форму:

$$F_g = GmM(1/r^2 - 1/r_0^2), \quad (2)$$

где $\mathbf{r} \geq \mathbf{r}_0$ – радиус-вектор точки поля, где вычисляется сила \mathbf{F}_g ; $\mathbf{r} - \mathbf{r}_0$ – расстояние до неё.

Если за начало отсчёта энергии принять $\mathbf{r} = \mathbf{r}_0$, то при такой «калибровке» гравитационная энергия U_g и её потенциал $\psi_g = U_g/m$ становятся величиной сугубо положительной [5]:

$$\psi_g = GM(1/r_0 - 1/r), \quad (\mathbf{r} \geq \mathbf{r}_0) \quad (3)$$

Т. о, ограничение закона Ньютона минимальными расстояниями $\mathbf{r} \geq \mathbf{r}_0$ позволяет устранить не имеющие физического смысла отрицательные значения гравитационной энергии U_g , не нарушая законов Кеплера. При этом одновременно решается и проблема расходимости закона Ньютона, поскольку бесконечных значений силы \mathbf{F}_g , ускорения $\mathbf{g} = \mathbf{F}_g/m$, а также гравитационной энергии U_g и потенциала $\psi_g = U_g/m$ при этом не возникает.

Далее, небесная механика, построенная на основании закона Ньютона, исходит из равенства силы тяготения F_g центробежной силе $F_y = mv^2/r$. В таком случае скорость v вращения периферийных слоёв спиральных галактик должна

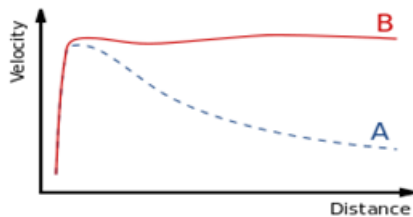


Рисунок 1. Кривые вращения галактик

падать пропорционально корню квадратному их расстояния $|r|$ от их центра, как это показано на рис.2 (кривая A).

Однако совершенствование средств наблюдения и выведение их в космос поставило под сомнение и сам закон тяготения Ньютона. Обнаружилось, что скорость вращения периферийных областей галактик на определённом удалении от центра практически перестаёт зависеть от r (кривая B). Астрономам пришлось либо признать необходимость модификации Ньютонской динамики [6], либо допустить существование тёмной (ненаблюдаемой) материи значительно большей массы, образующей вращающееся вместе с галактикой «гало» [7].

Далее, закон тяготения Ньютона (1) не признает существования гравитационных сил отталкивания. Между тем ещё в 1895 г. немецкий астроном Х. Зелигер пришёл к выводу о его несовместимости с реальным состоянием Вселенной, поскольку она неизбежно должна «стянуться» в единое целое [1]. Поэтому А. Эйнштейн при создании ОТО предположил, что наряду с силами гравитации должна существовать ещё не открытая сила отрицательного давления, отталкивающая тела друг от друга с интенсивностью, возрастающей по мере их взаимного удаления и позволяющая Вселенной в целом оставаться стационарной. С этой целью он ввёл в левую часть своего «уравнение гравитации»

$$\mathbf{G}_{\mu\nu} = 8\pi G\mathbf{T}_{\mu\nu}, \quad (4)$$

связывающего тензор кривизны пространства $\mathbf{G}_{\mu\nu}$ с тензором энергии-импульса $\mathbf{T}_{\mu\nu}$, член вида $\Lambda \mathbf{g}_{\mu\nu}$ (где Λ - космологическая постоянная, $\mathbf{g}_{\mu\nu}$ - метрический тензор) [8]. Этот «космологический член» он понимал как некоторое свойство кривизны самого пространства. Однако сама эта модель Вселенной, где тела, активно взаимодействующие друг с другом в разных концах космоса совершенно неактивны, когда они рядом, выглядела настолько странной с точки зрения физики, что известный астрофизик С. Хокинг назвал эту предполагаемую силу «отталкивающей» во всех смыслах этого слова» [9]. Характерно, что и сам А. Эйнштейн в 1931 году отказался от этого космологического члена как от «теоретически неудовлетворительного». Однако когда в конце XX столетия обнаружилось, что Вселенная расширяется с ускорением [10], исследователи вынуждены были вспомнить об этом члене и допустить, что в состав материи Вселенной наряду с «тёмной материей» входит гипотетическая «тёмная энергия», ответственная за упомянутые силы отталкивания. Тем самым признавалась и неполнота закона тяготения Ньютона.

Наконец, при составлении трёхмерной карты Вселенной обнаружилось существование и устойчивого равновесия скоплений галактик, которые в

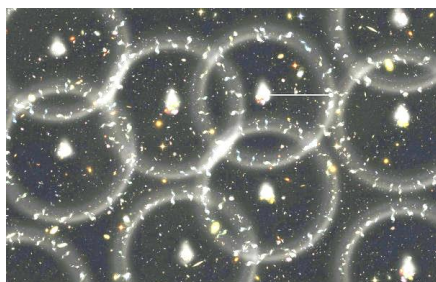


Рисунок 3. Участок карты Вселенной с изображением кольцевых структур (Source: Berkeley National Laboratory)

сечении имеют вид кольцевых структур (рисунок 3). Как следует из него, галактики в таких структурах сосредоточены в основном либо в их центре, либо на периферии [11]. То обстоятельство, что периферийные скопления галактик удерживаются на значительном расстоянии от центрального скопления (равном для большинства кольцевых структур ≈ 500 миллионам парсек), подтверждает наличие между центральными и периферийными

скоплениями галактик сил отталкивания. Закон Ньютона это не предсказывает.

Более того, когда выяснилось, что наблюдаемая Вселенная состоит не менее чем на 95% из скрытой («небарионной») материи [12], которая не участвует в электромагнитном взаимодействии и потому может обладать лишь гравитационной энергией, стало окончательно ясно, что закон Ньютона описывает взаимодействие менее чем 5% материи Вселенной и потому никак не может претендовать на статус «всемирного». Всё это побуждает к поиску более общего закона взаимодействия масс, из которого закон тяготения Ньютона вытекал бы как частный случай.

Предлагаемая модификация этого закона основана на признании существования наряду с обычной (наблюдаемой, барионной) фазы материи Вселенной её ненаблюдаемой (тёмной, небарионной) фазы, именуемой в астрономии «скрытой массой» и на учёте неоднородности ее распределения во Вселенной. Это позволяет построить модель «динамической Вселенной», в которой непрерывно протекают внутренние процессы взаимопревращения «скрытой» и «наблюдаемой» материи. Эта модель основывается на «Энергодинамике» которую можно определить как теорию, объединяющую фундаментальные дисциплины на основе представления энергии как наиболее общей функции свойств системы и силы как производной от энергии по одному из параметров неоднородности этих свойств [13]. Эта теория позволяет доказать пропорциональность энергии массе системы, не требуя для этого привлечения соображений релятивистского характера. Тем не менее здесь мы будем опираться непосредственно на принцип эквивалентности А. Эйнштейна, чтобы сэкономить время и избежать излишних вопросов.

2. Биполярный закон гравитации

Согласно принципу эквивалентности энергии и массы, любая, в т. ч. гравитационная энергии U_g , пропорциональна массе тела, в данном случае массе покоя M_0 :

$$U_g = M_0 c^2, \quad (5)$$

где c – скорость света в пустоте.

Поскольку для полевых величин удобнее относить все экстенсивные величины к системе единичного объёма, будем оперировать понятием плотности энергии гравитационного поля $\rho_g = dU_g/dV = \rho c^2$ (Дж/м³), где $\rho = dM/dV$ – плотность среды. Если принять $c = const$, то потенциал гравитационного поля будет равен $\psi_g = dU_g/dM = d\rho_g/d\rho = c^2$. При этом по аналогии с понятием напряжённости электрического и магнитного поля уместно ввести понятие напряжённости гравитационного поля $X_g = \nabla\psi_g$, выражающегося градиентом его потенциала. Как и ускорение в гравитационном поле $g = X_g/\rho$, она выражается через градиент плотности вещества $\nabla\rho$ простым соотношением:

$$X_g = c^2 \nabla\rho; \quad g = \psi_g \nabla\rho/\rho. \quad (6)$$

Это выражение было получено ранее, исходя из первичных принципов энергодинамики [15]. Насколько нам известно, оно не вытекало из какой-либо теории гравитации. Поэтому Израильская ассоциация изобретателей сочла возможным выдать мне диплом на *открытие явления гравитационного отталкивания* (рис.4).



Закон (б) целесообразно назвать **биполярным законом** гравитационного взаимодействия, поскольку в соответствии с ним силы гравитации могут иметь различный знак в зависимости от знака градиента плотности $\nabla\rho$, т. е. иметь характер как сил притяжения, так и отталкивания. Согласно этому закону, **гравитационное поле порождено неоднородным распределением массы**, а не кривизной пространства. Он отличается от закона Ньютона во многих отношениях.

Рис.4. Диплом на открытие.

Прежде всего, этот закон **незаменим** в случае

сплошных сред, в которых невозможно выделить «полеобразующие» или «пробные» тела с массами M или m . Это делает его применимым к «скрытой» массе Вселенной («тёмной» материи), поскольку не требует знания других её параметров, не поддающихся измерению современными средствами.

Это придаёт закону гравитационного взаимодействия (б) «парадигмальное» значение, далеко выходящее за рамки простого обобщения закона Ньютона.

Согласно (б), ускорение g в гравитационном поле всегда **сонаправлено** градиенту плотности материи $\nabla\rho$ и потому может иметь различный знак в зависимости от характера распределения вещества в конкретной области пространства Вселенной. Принципиально важно, что знак действующих во Вселенной гравитационных сил может быть определен визуально по характеру распределения в ней барионного (видимого) вещества (галактик, звёзд, туманностей и т. п.). Если плотность вещества в центре скопления звёзд или галактик спадает к периферии, то действующие в них гравитационные силы имеют характер сил **приталкивания** к их центру.

При этом по поведению барионного вещества можно судить и о движении «скрытой массы» («тёмной материи»), поскольку она конденсируется в барионное вещество только по достижении ею определенной плотности (как и при других фазовых переходах). Кроме того, он делает **излишним** введения «**темной энергии**», ответственной за ускоренное расширение Вселенной.

3. Ближайшие следствия биполярного закона гравитации

Биполярный закон гравитации (б) отличается от закона тяготения Ньютона не только тем, что относится к континуальной части материи Вселенной и выражает силовое поле X_g непосредственно через поле плотности материи $\nabla\rho$.

Он представляет собой полевую (близкодействующую) форму закона гравитации, которая не требует допущения о бесконечной скорости распространения гравитационного взаимодействия. Тем не менее этот закон не противоречит закону Ньютона (2), согласно которому напряжённость поля $X_g = \nabla\psi_g$ прямо \propto массе $M_o = \rho V$ полеобразующего тела и обратно \propto квадрату расстояния до пробного тела ($X_g = -GM_o/r^2$). Чтобы убедиться в этом, рассмотрим ньютоновский гравитационный потенциал $\psi_g^H = \psi_g(\rho, r_o)$ на поверхности сферы единичного объёма $V_o = 1 \text{ м}^3$ с радиусом r_o , выразив его в функции её плотности ρ и объёма V_o :

$$\psi_g^H = (GV_o/r_o)\rho. \quad (7)$$

Отсюда ввиду постоянства (GV_o/r_o) следует, что ускорение на поверхности единичной сферы пропорционально относительному градиенту плотности среды:

$$g_o = X_g/\rho = (GV_o/r_o)\nabla\rho = \psi_g\nabla\rho/\rho, \quad (8)$$

Таким образом, если считать гравитационную энергию величиной положительной, то ускорение g окажется связанным с градиентом плотности тем же соотношением (6), если коэффициент пропорциональности $\psi_g = c^2$ заменить на экспериментальную величину ψ_g^H . Следовательно, закон Ньютона можно рассматривать как частный случай более общего закона гравитационного взаимодействия (6).

Основное же отличие закона Ньютона от биполярного (6) состоит в том, что он не способен обнаружить главной особенности гравитации – **её максимальной интенсивности из всех известных видов взаимодействия** [16]. Последнее следует из того, что при равной относительной величине градиента плотности $\nabla\rho/\rho$ скорость распространения возмущений в любом k -м веществе $c_k = c/n_k$, т. е. меньше её в n_k^2 раз, где $n_k \geq 1$ - коэффициент преломления данной среды. В этом отношении гравитация предстаёт не только как **самое универсальное**, но и **наиболее сильное** из всех видов взаимодействия. Это позволяет рассматривать электромагнитное взаимодействие как разновидность гравитационного, отличающегося от него возможностью его экранирования. Последнее открывает прямой путь к созданию единой теории поля, о которой мечтал А. Эйнштейн.

Если с этих позиций оценить напряжённость $X_g = c^2\nabla\rho$ гравитационного поля, создаваемого ядром атома водорода с радиусом $r_o = 5 \cdot 10^{-16}$ м и плотностью $\rho \approx 3,2 \cdot 10^{18} \text{ кг м}^{-3}$, то она окажется равной приблизительно $5,7 \cdot 10^{50} \text{ Н м}^{-3}$, что вполне соответствует современным оценкам ядерных сил. Это свидетельствует о существовании во Вселенной «**супергравитации**», что

вынуждает пересмотреть существующую точку зрения на гравитационное взаимодействие как на наиболее слабое из известных его видов. Становится вполне вероятным, что и ядерные силы имеют гравитационную природу, тем более что они также нейтральны по отношению к заряду и не зависят от природы вещества нуклонов.

В таком случае возникает закономерный вопрос, почему закон Ньютона характеризует гравитацию как наиболее слабое из взаимодействий и не отражает биполярности сил тяготения? Ответ на этот кроется в том, что ньютоновский гравитационный потенциал ψ_g^H учитывает только парное взаимодействие двух гравитирующих тел из всего их бесконечного количества.

Не менее важным следствием биполярного закона гравитации (4) является предсказание существования **гравитационного равновесия**, соответствующего условию $\nabla\psi_g, \nabla\rho = 0$. Этому условию удовлетворяют пучности волн и любых волнообразных структур (рис. 4). Согласно ему, силы гравитации F как величины, пропорциональные градиенту плотности, в положительном полупериоде волны ($\rho > \bar{\rho}$) стремятся «сжать» её, а в отрицательном ($\rho < \bar{\rho}$), наоборот, расширить эту зону, однако в пучности волны (где $\nabla\rho = 0$) равны нулю. Это объясняет устойчивость разнообразных структур, не требуя при этом уравнивания зарядов противоположного знака, равенства центробежных и гравитационных сил или наличия неких «глюонов».

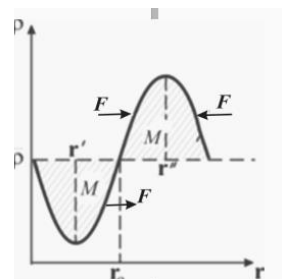


Рис. 4. Силы «тяготения» и «отталкивания»

Гравитационное равновесие может быть как устойчивым, так и неустойчивым в зависимости от знака вариации δX_g силы X_g при отклонении состояния рассматриваемой совокупности взаимодействующих тел или элементов объёма. При $X_g = c^2 \nabla\rho(\mathbf{r})$ имеет вид:

$$\nabla^2\rho(\mathbf{r}) < 0, \text{ (устойчивое равновесие)} \quad (9)$$

$$\nabla^2\rho(\mathbf{r}) > 0 \text{ (неустойчивое равновесие)}. \quad (10)$$

Примером неустойчивого равновесия в гравитационном поле может служить явление перетекания вещества с одного небесного тела на другое, наблюдаемое в так называемых «тесных системах» парных звёзд или галактик. а устойчивого равновесия - уже упомянутое распределение галактик в виде концентрических колец (рисунок 1) [16].

Далее, альтернативный закон гравитации (6) устраняет противоречие небесной механики с наблюдаемым характером ротационных кривых спиральных галактик. Если учитывать пространственную неоднородность

распределения небарионного и барионного вещества в спиральных галактиках, то их стационарное вращение галактик следует объяснять равенством сил тяготения $\mathbf{g} = \psi_g \nabla \rho / \rho = c_g^2 \nabla \rho / \rho$ и сил центробежного ускорения $\mathbf{g}_u = v^2 / \mathbf{r}$. Полагая, что плотность ρ меняется только по радиусу галактики \mathbf{r} (так что $\nabla \rho = d\rho / dr$), а $c_g = c$, найдём, что закон распределения скорости вращающихся галактик имеет вид:

$$(v/c)^2 = (\nabla \rho / \rho) r. \quad (11)$$

Согласно этому выражению, скорость периферийных слоёв галактик может стать постоянной если относительная плотность их материи $(\nabla \rho / \rho)$ убывает обратно пропорционально их радиусу, а не вращается как твёрдое тело. Поскольку последнее с очевидностью не соответствует реалиям, альтернативный закон гравитации (б) следует рассматривать как его уточнение небесной механики для случая неоднородных сред. Примечательно при этом, что этот закон позволяет в принципе находить по наблюдаемому распределению плотности ρ видимого вещества галактик по её радиусу \mathbf{r} относительную скорость её вращения, а по ней – рассчитывать любую из величин (v или c_g) при известной другой. Тем самым биполярный закон гравитации доступен верификации.

Вместе с тем вытекающая из этого закона зависимость плотности вещества спиральных галактик от расстояния до их центра с несомненностью указывает на неравномерность распределения плотности материи в пространстве. Это вполне объясняет замедление космических зондов «Пионер» и «Вояджер-1 и 2» при их переходе за пояс Койпера, т. е. в область Вселенной с более равномерным распределением плотности космической среды.

С существованием гравитационного равновесия связано ещё одно следствие, не вытекающее из закона Ньютона и касающееся ограниченной сферы действия сил гравитации, т. е. существования так называемых «гравитационных воронок» (рис. 5). С физической точки зрения это область

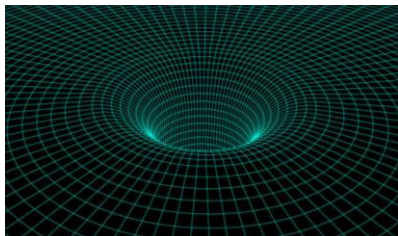


Рис.5. Иллюстрация «гравитационной воронки» в ОТО

пространства, за пределами которой силы гравитации исчезают или меняют свой знак. В ОТО их существование объясняется искривлением пространства и изображается как «яма в ткани пространства», подобная мячу в сетке.

Биполярный закон гравитации (б) объясняет их иначе, без искривления пространства. Согласно рис. 4, силы тяготения действуют лишь в области повышенной плотности матери и при $\rho < \bar{\rho}$

изменяют свой знак. Это свидетельствует о существовании зон устойчивого гравитационного равновесия вблизи пучности гравитационной волны, отклонени от которого в обе стороны влечёт за собой появление «возвращающей» силы. Это явление получило название *либрации*. При переходе через область $\rho = \bar{\rho}$ положение изменяется, и равновесие становится неустойчивым. При $\rho < \bar{\rho}$ отклонение от пучности ведёт к появлению сил «отталкивания» – это и есть начало следующей «воронки», где силы гравитации изменятся на противоположные. Как видим, для этого не требуется «искривления пространства».

Однако более важное *практическое значение* биполярного закона гравитации состоит в обнаружении огромной энергии, которая выделяется при конденсации полевой фазы материи Вселенной и равна гравитационному потенциалу $\psi_g = c^2$. При превращении «скрытой массы» в вещество выделяется энергия 935 Мэв/а.е.м., что более чем на два порядка превышает ту, что выделяется в реакциях «холодного» нуклеосинтеза лёгких элементов. Процесс «конденсации» небарионной фазы материи Вселенной сопровождается понижением её потенциала от c^2 до c^2/n_k^2 и потому осуществляется самопроизвольно и непрерывно. Это делает полевую форму материи «истинным топливом Вселенной». Именно она обеспечивает энергией все эволюционные процессы в ней, которые требуют совершения работы «против равновесия». Не поддающиеся измерению потоки этой энергии, усиливающиеся при возникновении резонанса, ответственны и за появление устройств со «сверхединичным» КПД. Словом, гравитация является своего рода «вечным двигателем Вселенной», позволяя ей функционировать неограниченно долго, минуя состояние равновесия [17].

4. Экспериментальные подтверждения биполярного закона гравитации

Помимо данного выше объяснения происхождения сил гравитации, их неэкранируемости, иллюзорности сил тяготения, их «слабости», отсутствия неоднородности гравитационного поля, отсутствия в нём равновесия, переменности знака гравитационных сил, роли гравитации как истинного «топлива Вселенной» и движущей силы её эволюции, существует ряд явлений, подтверждающих его справедливость и эвристическую ценность. Рассмотрим их.

4.1. Неоднородность космического пространства

Согласно энергодинамической теории гравитации, в пространстве с неоднородной плотностью неизбежно возникают обычные акустические (продольные) волны. Наиболее крупные волны такого рода возникают при столкновениях галактик и обнаруживаются на расстояниях свыше 250 млн



Рис. 6. Ударные волны от слияния галактик

световых лет. по усиленному свечению в области фронта ударной волны (рис.6). По всей видимости, их и обнаружила коллаборация LIGO, поскольку принцип действия их интерферометра основывался именно на кратковременном сближении свободно подвешенных отражателей, удалённых на значительное расстояние (т. е. рассчитанных на волны большой длины). Во всяком случае, связь этих волн с

искажениями метрики пространства – времени не вытекает явным образом из известных уравнений Вселенной.

4.2. Существование гравитационного равновесия

Астрономы часто наблюдают случаи, когда звезды, которые в силу



Рис.7. Концентрическое расположение звёздных скоплений

закона тяготения Ньютона должны были бы сгруппироваться в центре галактики, напротив, располагаются на значительном удалении от него, и образуют кольцевые структуры, как это показано на рис.7. Это выглядит так, как будто между ними

действуют гравитационные силы «отталкивания». Однако такие структуры

оказываются весьма устойчивыми и не обнаруживают тенденции ни к удалению, ни к сближению. Разгадка следует из существования устойчивого гравитационного равновесия, соответствующего условию $\nabla\rho = 0$. Такие условия характерны для волновых структур в области повышенной плотности ($\rho > \bar{\rho}$), когда силы гравитации направлены на уменьшение длины волны и увеличение её амплитуды (рис.1). В таком случае силы гравитации отсутствуют в пучности волны уплотнения, что и обуславливает устойчивое расположение скоплений звёзд на расстояниях, кратных длине волны. Отсюда же следует различие знака $\nabla\rho$ по обе стороны пучности, т. е. существование

«гравитационных воронок», разграничивающих области притяжения «полеобразующих» тел.

4.3. Перетекание вещества одной галактики на другую

Покажем прежде всего, что во Вселенной действует не закон тяготения Ньютона, а биполярный закон гравитации (3). Согласно первому, силы гравитации определяются расстоянием между центрами небесных тел. Это означает, что небесные тела ведут себя как точечные массы, сближающиеся или удаляющиеся как единое целое. Однако во Вселенной имеется множество так называемых «тесных систем» парных звёзд или галактик, размерами которых по сравнению с расстояниями между ними пренебрегать уже нельзя. В таких системах наблюдается «перетекание» вещества с одной звезды или галактики на другую, причём далеко не всегда бóльшую (рис. 8). При этом их центры остаются неподвижными, так что одна звезда или галактика как бы «раздевает» другую, перетаскивая её периферийные слои на себя в виде рукавов.



Рисунок 8. Перетекание вещества с одной галактики на другую

Причину такого поведения раскрывает биполярный закон, согласно которому сила тяготения зависит от градиента плотности. Поэтому каждое скопление масс в виде звезды или галактики создаёт вокруг себя как бы «гравитационную воронку», куда «проваливаются» близлежащие небесные тела с меньшим градиентом плотности. Ими и являются периферийные слои (рукава) галактик, в то время как в их ядрах (пучностях) сохраняется гравитационное равновесие $\nabla\rho(\mathbf{r}) = 0$. Таким образом, тяготение действует только на «склоны» галактических пучностей, и это принципиально отличает биполярный закон от ньютоновского. Количество таких «рукавов», тянущихся от одной галактики к другой, настолько велико, что они образуют так называемую «паутину» или «ткань Вселенной». При этом перетекание осуществляется в сторону уплотнения с бóльшим **градиентом плотности**, каковым может стать и не самая массивная небесная система.

4.4. Существование «гравитационного отталкивания»

Как следует из рис.4, в области пониженной плотности волны ($\rho < \bar{\rho}$) гравитационные силы действуют в направлении «сглаживания» волны, т. е.



Рис. 9. Войд Волопаса

увеличения её длины λ . Это означает, что область пониженной плотности стремится расшириться, вызывая удаление звёздных скоплений друг от друга (разбегание галактик). Это и обуславливает хорошо известный астрономам факт существования так называемых «войдов» - космических пустот огромных размеров (свыше миллиарда световых лет), свободных от небесных тел, Одно из наиболее крупных из них – войд Волопаса – показан на фотографии НАСА (рис.9). Энергодинамика объясняет отсутствие в войдах небесных тел именно низкой плотностью в них скрытой массы (от $\sim 10^{-27}$ до $\sim 10^{-34}$ г см⁻³), что явно недостаточно для возникновения процесса её конденсации.

4.5. Роль «чёрных дыр» в эволюции Вселенной

Лауреат нобелевской премии 2018г. Р. Пенроуз объяснил возникновение ЧД гравитационным коллапсом, т. е. катастрофически быстрым сжатием массивных звёзд под действием гравитационных сил после исчерпания в них



Рис. 10. Джеты, испускаемые спиральными галактиками

запаса термоядерного топлива. В отличие от этого энергодинамическая теория гравитации утверждает, что никаких изначальных «запасов» термоядерного топлива звезда не имела. Напротив, эти запасы создавались постепенно благодаря конденсации скрытой массы, сопровождающейся поглощением её энергии (~ 935 Мэв/а.е.м.), нуклеосинтезом и последующим усложнением химических элементов. Далее, ЧД по определению обладают столь мощной гравитацией, что её не может покинуть даже свет. Согласно биполярному закону гравитации (7), такое состояние достигается постепенно по мере уплотнения скрытой массы. Поэтому более естественно предположить, что ЧД являются продуктом эволюции, а не «коллапса», и образуются из «войдов» по мере увеличения плотности до состояния, достаточного для «удержания света». Но и тогда звёздное вещество, «засасываемое» в ЧД, не исчезает, а увеличивает концентрацию, пока не начинает вырываться из ЧД в виде «джетов» из их

центра, где относительный градиент плотности $\nabla\rho/\rho$ и силы тяготения минимальны (рис.9). Когда же эти процессы усиливаются, ЧД превращаются в зоны повышенной светимости, наблюдаемые в виде яркого пятна в центре галактики (рис.10). Т. о., ЧД являются не «могильщиками», а «фабриками» звёзд.

Наконец, биполярный закон гравитации (б) оказывает решающее влияние на наше понимание процессов во Вселенной. Согласно ему, уплотнение полевой среды, спонтанно возникнув в какой-либо области Вселенной, с течением времени может лишь усиливаться, что неизбежно приводит к её «конденсации» и превращению в вещество, отличающееся от континуума наличием границ и определённой структуры. Становится понятным, что границы «черной дыры» и являются тем местом, где начинаются процессы образования барионного (видимого) вещества, выбрасываемого затем в виде «джетов» в области максимума её плотности, где градиенты плотности и силы тяготения минимальны. То же самое наблюдается перед взрывом «сверхновой», когда относительная величина градиентов их плотности $\nabla\rho/\rho$ уменьшается настолько, что силы гравитации уже не в состоянии сдерживать внутренних напряжений, обусловленных протеканием в них термоядерных реакций [16,17].

Таким образом, предложенная альтернатива закону тяготения Ньютона имеет целый ряд подтверждений, не требуя при этом каких-либо физически не обоснованных гипотез или постулатов. Это открывает прямой путь к решению целого ряда проблем современной физики и естествознания.

Литература

1. *Дорфман Я. Г.* Всемирная история физики. С древнейших времён до конца XVIII века. — Изд. 3-е. — М.: ЛКИ, 2010.
2. *Newton I.* Mathematical Principles of Natural Philosophy, 1686; *Ньютон И.* Математические начала натуральной философии. (Пер. с лат. с примеч. А.Н. Крылова. — М.: Наука, 1989.
3. *Le Sage, G.-L.* Letter à une académicien de Dijon.", Mercure de France: 1756, 153-171.
4. *Краусс Л.* Всё из ничего: как возникла Вселенная? М., Мир, 2012. 280 с.
5. *Зельдович Я. Б., Гришук Л. П.* Тяготение, ОТО и альтернативные теории // Усп. физ. наук, 149(4).1986. 695 -707.
6. *Milgrom M.* A modification of the Newtonian dynamics as a possible alternative to the hidden mass hypothesis //Astrophys.J.270. (1983) P.365,371,384.].
7. *Clowe D. et al.* A Direct Empirical Proof of the Existence of Dark Matter. // The Astrophysical Journal Letters. —648(2). 2006.109–113.

8. *Эйнштейн А.* Работы по теории относительности. — М.: Амфора, 2008.
9. *Hawking S W* Phys. Rev. D 37 904 (1988)
10. *Perlmutter S.* Nobel Lecture: Measuring the acceleration of the cosmic expansion using supernovae. // Rev. Mod. Phys. —84(2012).1127—1149.
11. *SDSS-III: Massive Spectroscopic Surveys of the Distant Universe, the Milky Way Galaxy, and Extra-Solar Planetary Systems*, 2008.29–40.
12. *Ade P. A. R. et al.* Planck 2013 results. I. Overview of products and scientific results. //Astronomy and Astrophysics, **1303**: 5062
13. *Эткин В.А.* Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии). С-П.: «Наука», 2008, 409 с.; *Etkin V.* Energodynamics (Thermodynamic Fundamentals of Synergetics). — New York, 2011.
14. *Etkin V.* Principle of non-equilibrium processes counter directivity. //The Papers of independent Authors. 37(2016). 86 –92.
15. *Etkin V.* Gravitational repulsive forces and evolution of universe. //Journal of Applied Physics (IOSR-JAP), 8(6), 2016. 43-49 (DOI: 10.9790/4861-08040XXXXX).
16. *Эткин В.А.* Биполярный закон гравитации. //Доклады независимых авторов, 53(2021). 144-156; *Etkin VA.* Energodynamic theory of gravitation. // Aeronautics and Aerospace Open Access Journal, 2019;3(1):40–44. DOI: 10.15406/aaoj.2019.03.00079
17. *Эткин В.А.* Энергодинамическая теория эволюции Вселенной. //American Scientific Journal, 51(2021).25-34; *Etkin VA.* On the Dialectic Unity of Evolution and Involution. //Global Journal of Science Frontier Research: Physics and Space Science. 20(10)2020.9-17.