

УДК 530.12: 532

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭНТРОПИЙНОЙ ЭНЕРГИИ, ТЁМНОЙ ЭНЕРГИИ И ТЁМНОЙ МАТЕРИИ

Шепель О.М.

*Научный исследовательский Томский государственный университет, Томск,  
e-mail: omshepel@mail.ru*

Предлагается расширить понятие взаимодействия, включив в него не только взаимное воздействие вещественных тел друг на друга, но также взаимное воздействие вещественных или невещественных объектов с одной стороны и пространства с другой, например массы и искривляемого ею пространственно-временного континуума. Расширение этого понятия позволяет: признать существование объектно-пространственного взаимодействия между пространством и другими объектами, уточнить определения энергии и работы, по новому трактовать природу энтропийной энергии. Тёмная энергия трактуется как взаимодействие пространственно-временного потока с космическими объектами. Предполагается, что течение пространственно-временного континуума может подчиняться уравнениям потока идеальной жидкости на достаточном удалении от массивных космических объектов, и уравнениям потока Ньютоновской жидкости вблизи таких объектов из-за возникновения градиента скорости потока. Внутригалактические гравитационные взаимодействия, приводящие к чрезвычайно высокой скорости вращения звёздных скоплений и традиционно объясняемые существованием невидимой тёмной материи, трактуются как результат турбулентного течения пространственно-временного континуума вблизи космических объектов большой массы. Предлагается разработать математическое описание единства тёмной энергии и тёмной материи на основе предложенной физической модели этих явлений.

**Ключевые слова:** взаимодействие, энтропия, тёмная энергия, тёмная материя, гравитация, турбулентность, пространственно-временной континуум

## PHYSICAL INTERACTIONS OF ENTROPIC ENERGY, DARK ENERGY AND DARK MATTER

Shepel O.M.

*National research Tomsk State University, Tomsk, e-mail: omshepel@mail.ru*

It is offered to expand concept of interaction, having included in it not only mutual influence of material bodies at each other, but also mutual influence of material or immaterial objects on the one hand and spaces with another, for example mass and the space-time continuum bent by it. Expansion of mentioned concept allows: to recognize existence object-spatial interaction between space and other objects, to specify determinations of energy and work, to treat the nature of entropy energy from a new angle. Dark energy is treated as interaction of a space-time stream with space objects. It is supposed that the current of a space-time continuum can obey to the equations of a stream of ideal liquid on sufficient distance from massive space objects, and to the equations of a Newtonian liquid stream near such objects because of rate of shear stream emergence. The intra galactic gravitational interactions leading to extremely high rotation rate of star congestions and which are traditionally explained with existence of invisible dark matter are treated as result of turbulent flow of a space-time continuum near space objects of big mass. It is offered to elaborate the mathematical description of dark energy and dark matter unity on the basis of the offered physical model of these phenomena.

**Keywords:** interaction, entropy, dark energy, dark matter, gravitation, turbulence, space-time continuum

### Классификация взаимодействий [9]

В настоящее время исследователи оперируют четырьмя типами фундаментальных взаимодействий (если не считать поля Хиггса): гравитационное, электромагнитное, слабое, сильное [9]. Хотя уже общепризнано, что электромагнитное и слабое взаимодействия являются аспектами единого электрослабого взаимодействия, традиционно принято говорить о четырёх, а не о трёх типах. При этом не принимаются во внимание достижения общей теории относительности, согласно которой масса любого вещества искривляет пространство, то есть, взаимодействует с ним. Таким образом, фундаментальное гравитационное взаимодействие есть лишь следствие вза-

имодействия массы и пространства, искривляемого этой самой массой. В данном случае мы вправе говорить об *объектно-пространственном* взаимодействии между объектом (массой) и пространством.

Именно это взаимодействие и воспринимается наблюдателем как энергия массы, определяемая знаменитой формулой А. Эйнштейна

$$E = m \cdot c^2. \quad (1)$$

Причина игнорирования общей теории относительности при классификации взаимодействий проста – под взаимодействиями издавна подразумеваются взаимные воздействия только между *телами*. Взаимные воздействия между вещественными объектами

с одной стороны и пространством с другой взаимодействиями не считаются, что на сегодняшний день вряд ли оправдано. Предлагается пересмотреть классификацию взаимодействий, включив в определение взаимодействия, не только взаимное воздействие вещественных тел друг на друга, но также взаимное воздействие вещественных или невещественных объектов с одной стороны и пространства с другой, полагая, что взаимодействия могут осуществляться в объектно-пространственных формах, принципиально отличных от фундаментальных форм (рис. 1).

Приведённые умозаключения позволяют сформулировать обобщение в виде определения энергии: «Энергия – это скалярная физическая величина, являющаяся единой мерой различных форм взаимодействия». Есть взаимодействие – есть энергия. Нет взаимодействия – нет энергии.

То есть, энергия не просто передаётся через взаимодействия, но и сама является взаимодействием. Причём, необязательно фундаментальным. Физическая работа при этом оказывается процессом перехода одного вида взаимодействия в другой вид взаимодействия. Предложенное определение

позволяет вырваться за пределы неопределённости понятия «энергия», сформулированной Р. Фейнманом: «It is important to realize that in physics today, we have no knowledge of what energy is...It is an abstract thing in that it does not tell us the mechanism or the reasons for the various formulas» [10].

Приведённую выше формулу (1) принято трактовать как тождественность энергии и массы, т.е. предлагается считать массу разновидностью энергии, а любой вид энергии эквивалентным массе. И, хотя, такая интерпретация оказалась плодотворной для физики элементарных частиц, однако, при рассмотрении макропроцессов привела к путанице, неупорядоченной и по сей день. Определение энергии, предлагаемое в настоящей работе, распутывает образовавшиеся клубки логических несогласованностей и не обязывает объявлять, например, потенциальную энергию взаимодействия двух макротел эквивалентной какой-нибудь массе. Энергию массы предлагается интерпретировать, как энергию взаимодействия массы и четырёхмерного пространства, как неразрывность единства вещества и пространства. Нет пространства – нет взаимодействия, нет взаимодействия – нет энергии.

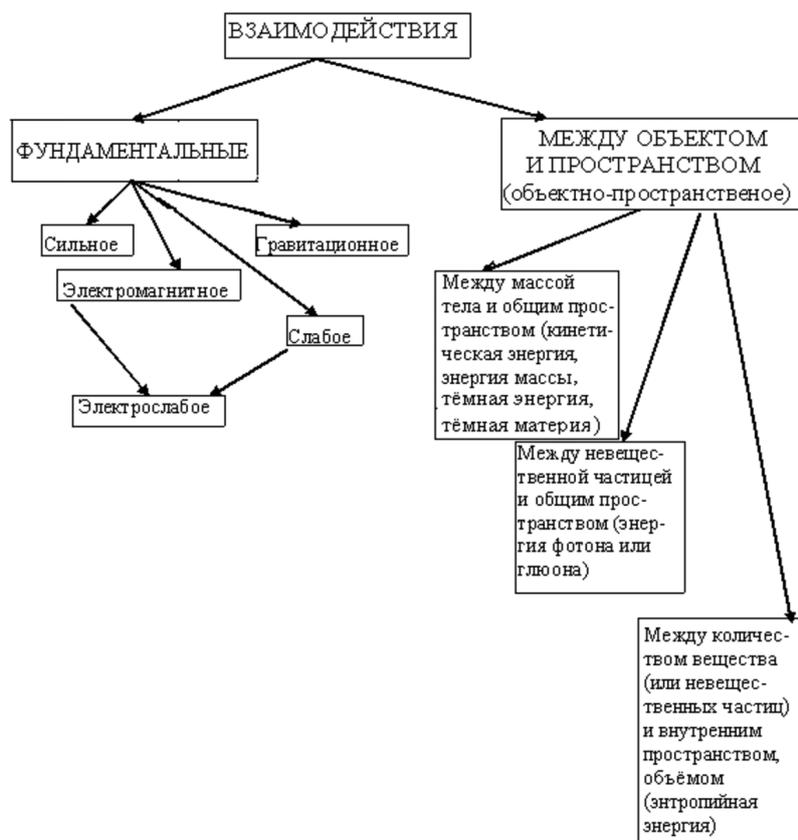


Рис. 1. Классификация взаимодействий с учётом их объектно-пространственных форм

Движение объекта также является некоторой формой взаимодействия этого объекта с пространством. Точнее, с пространственно-временным континуумом. Количество такого взаимодействия для вещественного объекта воспринимается неподвижным наблюдателем как кинетическая энергия, для невещественной частицы – энергия самой частицы. В частности, энергия невещественного фотона, являющегося переносчиком электромагнитного взаимодействия, и рассчитываемая по известной формуле:

$$E = h \cdot \nu$$

представляет собой количественное выражение взаимодействия этого фотона с пространственно-временным континуумом. Переносчиками слабого и сильного взаимодействий также являются элементарные частицы с определённой энергией, т.е. всё время *взаимодействующие*, в том числе и с пространством. Таким образом, посредником любого из фундаментальных взаимодействий оказывается взаимодействие элементарной частицы с пространственно-временным континуумом.

С точки зрения предложенного определения энергии интересно рассмотреть природу: *энтропийной* энергии, *тёмной* энергии и *тёмной материи*.

### Энтропийная энергия

Как известно [4], изменение энтропийной энергии идеального газа при постоянной температуре может определяться по формуле (2):

$$\Delta Q = n \cdot R \cdot T \cdot \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) \quad (2)$$

где  $Q$  – энтропийная энергия,  $n$  – количество вещества,  $R$  – универсальная газовая постоянная,  $T$  – абсолютная температура,  $V_1$  – начальный объём, занимаемый газом,  $V_2$  – конечный объём, занимаемый газом.

Как видно из (2), любое изменение энтропийной энергии газа при постоянной температуре определяется изменением количества вещества и объёма, занимаемого этим количеством (внутреннего пространства). Следовательно, можно утверждать, что энтропийная энергия может трактоваться не только как связанная или обесцененная энергия, но и как *количественная скалярная характеристика взаимодействия количества вещества (или невещественных частиц) с занимаемым этим веществом пространством (объёмом)*.

Конечно, мы рассматриваем лишь модель *идеального* газа, хотя на самом деле изменение энтропийной энергии, конечно,

зависит от природы этого газа. Для того, чтобы эту природу учесть необходимо вместо универсальной газовой постоянной использовать молярную теплоёмкость соответствующего вещества, отнюдь не являющуюся постоянной. Но принципиального влияния на сделанный вывод это не окажет.

Интересно рассмотреть классическую ситуацию, в которой два различных газа, разделённых перегородкой, перемешиваются удалением этой перегородки.

В результате энтропия  $S$  системы возрастает. А, значит, согласно равенству

$$Q = S T,$$

увеличивается и энтропийная энергия. В соответствии с законом сохранения, увеличение энтропийной энергии должно сопровождаться уменьшением какого-то другого вида энергии. Рассмотрим природу уменьшающейся энергии с точки зрения предложенного выше определения, согласно которому энергия – это мера взаимодействия.

Для упрощения будем считать, что до перемешивания газы занимали одинаковый объём  $V$ , состояли из одинакового количества молекул  $n$ , имели одинаковую температуру  $T$  и оказывали на стенки ёмкости одинаковое давление  $p$ . После перемешивания каждый из газов станет занимать удвоенный объём  $2V$ . Тогда из формулы (2) вытекает, что суммарное изменение энтропийной энергии ( $\Delta Q$ ) определяется равенством (3):

$$\Delta Q = 2 \cdot n \cdot R \cdot T \cdot \ln 2. \quad (3)$$

Энергию  $E$  взаимодействия газа с внешней средой будем считать количественно равной работе, которую совершит газ при бесконечном расширении с постоянной температурой. Если до перемешивания в каждом объёме  $V$  эту энергию обозначить  $E_1$ , то она будет определяться равенством (4):

$$E_1 = \int_V^{\infty} p dV, \quad (4)$$

где  $p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V}$ .

Если после перемешивания эту энергию в объёме  $2V$  для каждого газа обозначить  $E_2$ , то она будет определяться равенством (5):

$$E_2 = \int_{2V}^{\infty} p dV. \quad (5)$$

Суммарное изменение энергии взаимодействия с внешней средой

$$\Delta E = 2E_2 - 2E_1$$

окажется подчиняющимся равенству (6)

$$\Delta E = -2 \cdot n \cdot R \cdot T \cdot \ln 2. \quad (6)$$

Правая часть равенства (6) совпадает по абсолютной величине с правой частью равенства (3) расчёта изменения энтропийной энергии, но противоположно по знаку

$$\frac{\Delta Q}{\Delta E} = -1$$

То есть, при перемешивании газов, энтропийная энергия системы возрастает за счёт уменьшения энергии взаимодействия газа с внешней средой.

К аналогичному выводу можно прийти и при рассмотрении простого процесса увеличения объёма газа при постоянных температуре и давлении:

$$dQ = TdS = T \cdot n \cdot R \cdot \frac{dV}{V}$$

$$dE = -pdV$$

$$\frac{dQ}{dE} = -\frac{T \cdot n \cdot R \cdot dV}{V \cdot p \cdot dV} = -\frac{T \cdot n \cdot R \cdot V \cdot dV}{V \cdot T \cdot n \cdot R \cdot dV} = -1$$

Загриваемая на осуществление этого процесса энергия  $Q$ , как известно, переходит в работу по расширению газа, но энтропийная энергия возрастает за счёт уменьшения энергии взаимодействия газа с внешней средой.

#### Тёмная энергия и тёмная материя [8]

Ускорение расширения Вселенной (тёмная энергия [5]) и гравитационное взаимодействие свидетельствуют о двух противоположно направленных взаимодействиях между массами – силе отталкивания, наблюдаемой между галактиками и силе притяжения, описываемой Ньютоновским законом всемирного тяготения. Соотношение между этими силами описывает известное уравнение А. Эйнштейна [2]:

$$R_{ab} - \frac{R}{2} g_{ab} + \Lambda g_{ab} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{ab} \quad (7)$$

где  $g_{ab}$  – метрический тензор,  $R_{ab}$  – тензор Риччи,  $R$  – скалярная кривизна,  $T_{ab}$  – тензор энергии-импульса,  $c$  – скорость света,  $G$  – гравитационная постоянная Ньютона,  $\Lambda$  – космологическая постоянная:

$$\Lambda = \frac{8\pi G}{c^2} \rho_v$$

$\rho_v$  – плотность энергии вакуума. К настоящему времени наблюдения за ускорением расширения Вселенной позволили определить, что

$$\rho_v = 5,98 \cdot 10^{-10} \text{ Дж/м}^3 [1].$$

Вместе с тем, внутри галактик обнаруживается гравитационное взаимодействие,

не предусматриваемое уравнением А. Эйнштейна, условно называемое «тёмная материя» и проявляемое чрезвычайно высокой скоростью вращения галактик вокруг своего центра [6]. В настоящее время тёмную энергию и тёмную материю принято рассматривать как два независимых друг от друга явления. При этом попытки объяснения природы тёмной материи сводятся к двум вариантам – неспособностью современных средств наблюдения эту материю обнаружить и топологическими дефектами пространства-времени, то есть, возможностью формирования гравитационного поля без участия вещественных частиц. Однако, тёмная материя и тёмная энергия оказываются двумя аспектами единого процесса, если тёмную энергию воспринимать как частный случай взаимодействия. Опираясь на приведённое выше определение энергии, наблюдаемую плотность энергии вакуума можно трактовать как плотность взаимодействия пространственно-временного потока, источником которого является каждая точка пространственно-временного континуума, с массой вещества. Логично предположить, что этот поток подчиняется уравнениям потока идеальной жидкости на достаточном удалении от массивных космических объектов, и уравнениям потока Ньютоновской жидкости вблизи таких объектов из-за возникновения градиента скорости потока. В том числе описываться различными моделями турбулентности, предполагающими образование вихрей – сворачивание в кольцо ламинарного потока пространственно-временного континуума (рис. 2).

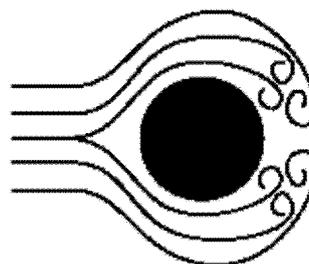


Рис. 2. Модель формирования вихрей потока жидкости или газа, обтекающего шарообразное препятствие

Подобные вихри пространственно-временного континуума, по нашему мнению, и формируют гравитационные поля, называемые «тёмной материей». Как известно [3], сила сопротивления  $F$  потоку при его столкновении с препятствием описывается равенством:

$$F = C \frac{d \cdot v^2}{2} S, \quad (8)$$

где  $S$  – характерная площадь препятствия,  $d$  – плотность среды,  $v$  – скорость потока,  $C$  – безразмерный коэффициент сопротивления. Полагая, что в данном случае

$$\frac{d \cdot v^2}{2} = \rho_v,$$

а препятствие является шаром с радиусом  $R$ , равенство (8) преобразуется в (9):

$$F = C \cdot \rho_v \cdot \pi \cdot R^2. \quad (9)$$

Хотя в данном случае препятствие представляет собой кривизну пространственно-временного континуума, описываемую равенством (7) и условно представленную на рис. 3 пунктирными линиями, но в грубом приближении для оценки макроскопических процессов можно считать справедливым равенство (9).

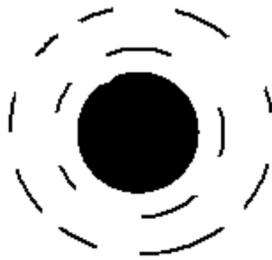


Рис. 3. Условное представление пунктирными линиями кривизны пространственно-временного континуума, формируемой шарообразной массой

Величина  $F$  неизбежно формирует градиент скорости  $v$ , который, в свою очередь и образует при достаточно больших массах космических объектов пространственно-временные вихри, воспринимаемые наблюдателем, как тёмная материя (рис. 4):

$$\frac{1}{2} \text{grad } v^2 = [v \text{ rot } v] + (v \nabla) v.$$

При этом следует учесть, что в отличие от вихрей, формируемых направленными потоками жидкостей или газов только у части поверхности обтекаемого тела (правая часть рис. 2 и 4), турбулентности пространственно-временного континуума формируются вокруг всей поверхности объекта, вследствие того, что источником потока является каждая точка этого континуума (рис. 5). Отсутствие единого подхода к теоретическому описанию турбулентности затрудняет строго математическое представление гравитационных полей, формируемых пространственно-временными

вихрями и воспринимаемых как «тёмная материя». Однако изложенная физическая модель единства тёмной энергии и тёмной материи может стать основой для разработки математического описания этого единства.

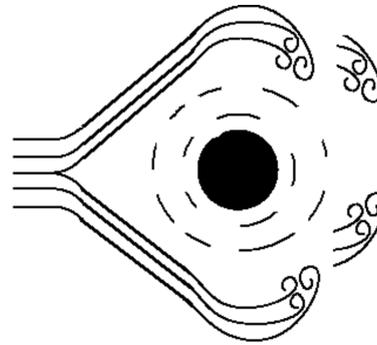


Рис. 4. Условная схема формирования пространственно-временных вихрей

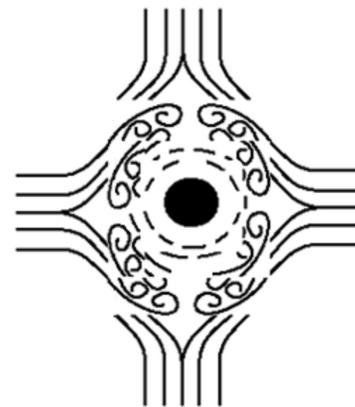


Рис. 5. Плоская модель формирования турбулентностей пространственно-временного континуума

### Выводы

В изложенной работе предлагается:

- скорректировать определение взаимодействия, сформулировав его следующим образом: «Взаимодействие – это взаимное воздействие объектов друг на друга». Любых объектов. А не только вещественных тел;

- помимо общепринятых фундаментальных взаимодействий: электромагнитного, гравитационного, слабого и сильного признать существование объектно-пространственного взаимодействия между пространством и другими объектами – вещественными телами или невещественными частицами;

– определять энергию как количественную скалярную характеристику взаимодействия. Есть взаимодействие – есть энергия, нет взаимодействия – нет энергии;

– определять любую работу как процесс перехода одного вида взаимодействия в другой вид взаимодействия;

– трактовать энтропийную энергию не только как связанную или обесцененную энергию, но и как *количественную скалярную характеристику взаимодействия количества вещества (или неведущих частиц) с занимаемым этим веществом пространством (объёмом)*.

– объяснять ускорение процесса расширения Вселенной существованием пространственно-временного потока, источником которого является каждая точка пространственно-временного континуума;

– толковать отсутствие наблюдения материи, создающей дополнительное гравитационное поле внутри галактик и приводящей к чрезвычайно высокой скорости их вращения вокруг своего центра, турбулентностями пространственно-временного континуума, воспринимаемыми как гравитация;

– разработать математическое описание единства тёмной энергии и тёмной материи на основе предложенной физической модели этих явлений.

#### Список литературы

1. Космологическая постоянная [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 06.04.2016).
2. Ландау Л.Д. Теоретическая физика: Том II. Теория поля / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – 7-е изд., исправленное. – М.: Наука, 1988. – С. 357.
3. Обухов А.М. Турбулентность и динамика атмосферы. – М.: Гидрометеиздат, 1988. – 414 с.
4. Стромберг А.Г. Физическая химия / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. – М.: Высшая школа, 2006, 528 с.
5. Тёмная энергия Вселенной [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vokrugsveta.ru/vs/article/6298/> (дата обращения: 17.04.2016).
6. Что такое тёмная материя? Существует ли тёмная материя? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/165773/chto-takoe-temnaya-materiya-suschestvuet-temnaya-materiya> (дата обращения: 17.04.2016).
7. Шепель О.М. Расширение теории физических взаимодействий / О.М. Шепель // Национальная ассоциация учёных (НАУ). XIII международная научно-практическая конференция: «Отечественная наука в эпоху изменений: постулаты прошлого и теории нового времени» – 2015. – № 8 (13), часть 3. – С. 51 – 53.
8. Шепель О.М. Физическая модель единства тёмной энергии и тёмной материи / О.М. Шепель // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 6, ч. 3. – С. 445 – 447.
9. Encyclopedia Britannica. – режим доступа к изд.: <http://global.britannica.com/science/fundamental-interaction> (дата обращения: 18.04.2016).
10. The Feynman Lectures on Physics Vol I. Chapter 4. – режим доступа к изд.: [http://www.feynmanlectures.caltech.edu/I\\_toc.html](http://www.feynmanlectures.caltech.edu/I_toc.html). (дата обращения: 19.04.2016).