

# ОБ ЭНЕРГЕТИКЕ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ПАРАДОКСЕ ВОЛН ЦУНАМИ И ПРИЧИНЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ВРАЩЕНИЯ СОЛНЦА

*Чуев Анатолий Степанович*

Контакт с автором: [www.chuev.narod.ru](http://www.chuev.narod.ru), [chuev@mail.ru](mailto:chuev@mail.ru)

ГУУ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва

*Если хотите по-настоящему разобраться  
в какой-либо науке – начните её преподавать.*

Жорес Алферов

Разделяя мнение многих ученых об ошибочности представления распространения электромагнитных волн в виде синфазного изменения векторов  $E$  и  $H$  и делая попытки разоблачения этих представлений [1], недавно встретился с подобными представлениями в области механических волн, что невольно заставило задуматься о волнах в газовых и жидкостных средах. А это привело к далеко идущим выводам, которые будут интересны научному сообществу.

Процессу осознания нелепости отдельных физических представлений очень помогают попытки обязательного разъяснения их студентам, а также часто задаваемые ими «наивные» и «детские» вопросы. Недавно при рассмотрении энергии упругой волны в стержне по учебнику Иродова [2] (раздел 1.4, после формулы 1.42) встретился с утверждением, что «...плотности кинетической и упругой энергии *одинаковы* и изменяются синфазно». Попытки прояснения этой ситуации, «хотя бы для себя», породили вопросы. Как это следует понимать? Значит и при механическом волновом процессе, также как в электродинамике, нет местных переходов-превращений потенциальной энергии в кинетическую и обратно. А равенство этих энергий от Бога что ли?

Призадумался, а может быть в этом что-то есть? Ведь известно, что и в волновом процессе передачи звуковых волн создаваемое избыточное давление характеризуется повышенной скоростью движения молекул и, соответственно, их кинетической энергией. Получается - давление и кинетическая энергия изменяются синфазно. Но этого не может быть!

Пришлось разбираться. Начал с самых простых чувственно воспринимаемых и сравнительно легко понимаемых волн – механических.

Кинетическая энергия и ее объемная плотность в механической бегущей волне определяются следующими соотношениями:

$$W = \frac{mv^2}{2}, \quad (1)$$

$$w = \frac{\rho_m v^2}{2}. \quad (2)$$

Энергия сжатий и растяжений, а также объемная плотность этой энергии (называемой потенциальной) выражаются подобным образом:

$$U = \frac{k \cdot x^2}{2}, \quad (3)$$

$$w = \frac{k \cdot x^2}{2} \frac{1}{V}. \quad (4)$$

Выражения объемных плотностей кинетической и потенциальной энергии в соотношениях (2) и (4) вполне соответствуют логике колебательного волнового процесса (в волне постоянно происходит смена двух видов энергии – кинетической и потенциальной). Если проанализировать изменения смещения и скорости по приводимому рисунку (рис.1.6 учебника [2], в данном случае  $x = \xi$ ), то так оно и есть. Смещение и скорость должны иметь здесь относительно друг друга сдвиг по фазе на  $90^\circ$ . Аналогичное смещение должны иметь и объемные плотности двух энергий - кинетической и потенциальной.

Однако в книжном примере после совершения ряда математических преобразований плотность потенциальной энергии представляется в виде

$$w = \frac{\rho}{2} \frac{1}{v^2} \left( \frac{\partial \xi}{\partial x} \right)^2, \quad (5)$$

при этом обозначенный сдвиг по фазе каким-то неуловимым образом исчезает. Но это же «курам на смех» такое доказательство. Не может быть, чтобы в одном выражении объемная плотность энергии деформации имела сдвиг по фазе относительно объемной плотности кинетической энергии, а в другом выражении нет. С физической точки зрения, вариант синфазного изменения обеих объемных плотностей энергии - нелепость. Но эта нелепость упорно отстаивается и снова повторяется Иродовым на рис.29 в ответе на задачу 3.186 [3].

Описываемые рисунки из книг Иродова приводятся ниже.

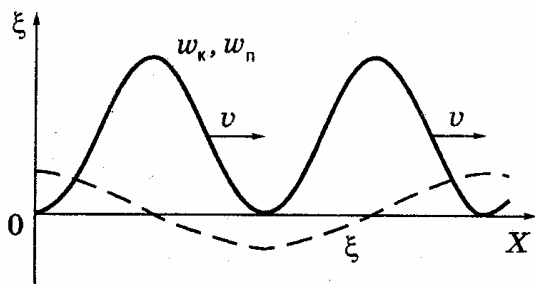


Рис. 1.6

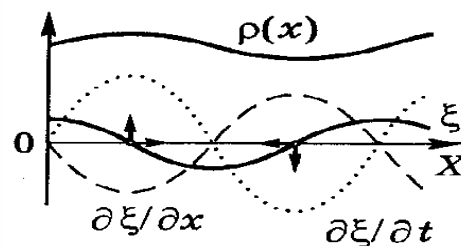


Рис. 29

Рис.1. Иллюстрации из книг И.Е. Иродова

На рисунке (рис.29) ясно видно, что смещение  $\xi(x)$  и его производная по времени  $\partial\xi/\partial t$  (а также  $\partial\xi/\partial x$ ) имеют сдвиг по фазе на  $90^\circ$ , что естественно. Но чем формула (5) лучше формулы (4) в выражении *плотности потенциальной энергии* и как возможно такое двойственное выражение одной и той же ФВ – не поясняется. К тому же на первом рисунке максимумы потенциальной энергии совпадают с нулевой амплитудой смещения, что весьма сомнительно для поперечных бегущих волн и трудно представимо для продольных волн.

Мне представляется, что при описании механических бегущих волн в волновые уравнения, по аналогии с квантовой механикой, должна вводиться мнимая единица- для того, чтобы обеспечить требуемый сдвиг по фазе между двумя разными по физической сути производными: по времени и по пространственной координате.

Таким образом с энергетикой механических бегущих волн вроде бы разобрались – в учебниках Иродова допущена явная ошибка. В местах, где наблюдаются максимумы сжатий и растяжений, относительной скорости перемещения частиц нет, там кинетическая энергия равна нулю и, соответственно, должен быть максимум потенциальной энергии. И наоборот, максимум кинетической энергии имеет место при максимальной скорости перемещения частиц среды без сил сопротивления, при этом потенциальная энергия частиц среды должна быть минимальна. То есть, в бегущей механической волне обе объемные плотности энергий (кинетической и потенциальной) на самом деле имеют сдвиг по фазе на  $\pi/2$ .

Разобраться с энергетическими превращениями в звуковых волнах оказалось гораздо сложнее. Если отбросить тезис о синфазности изменения двух видов энергии как явную нелепицу, то сразу же возникает вопрос, а как объяснить ожидаемый сдвиг по фазе между изменениями давления в волне (потенциальной энергией) и скоростью движения молекул (энергией кинетической)? Ведь там никакого сдвига по фазе нет. Всем известна взаимосвязь: увеличение давления – это увеличение кинетической энергии движения частиц среды.

Зададим встречный вопрос, а на каком основании мы считаем, что при увеличении давления скорость молекул газовой или жидкостной среды должна увеличиваться, а при уменьшении давления – уменьшаться, мы что – это видим или как-то по-иному чувствуем?

Ожидаемый ответ: ну как же, увеличиваем давление в сосуде – он нагревается, а уменьшаем – охлаждается. А температура – это кинетическая скорость движения молекул. Так сказать, азы молекулярно-кинетической теории.

Находим возражение. Известно-то как раз прямо противоположное – это проверенное на практике уравнение Бернулли:

$$\frac{\rho v^2}{2} + p = const, \quad (6)$$

проявляющее себя, например, в действии пульверизатора. Это факт и он наблюдаем.

Всем известно, что при увеличении скорости движения в части сплошной среды, давление в этой части среды падает. О том, что верно и обратное: давление уменьшается – скорость частиц растёт, не так очевидно для восприятия и понимания. Для убедительности приведем пример работы реактивного двигателя: в створе сопла двигателя давление падает, а скорость истечения газов возрастает. Ниже будут приведены другие примеры: с отливной волной перед цунами и дифференциальным вращением Солнца.

Скептики скажут, а как же известный классический пример с поршнем, который при движении в сторону газа создает давление за счет придания молекулам дополнительного импульса и скорости? Отвечаем: давление-то создается, но оно может иметь снижение у самого фронта волны, что подлежит анализу и внимательному изучению, или давление создается не увеличением линейной скорости молекул, а каким-то другим фактором, поскольку тезис об увеличении скорости частиц среды явно противоречит соотношению (6).

Если бегущая волна в газе имеет на переднем фронте меньшее давление, то механизм ее распространения можно представить как процесс выравнивания давлений – молекулы с обычной средней скоростью устремляются в область меньшего давления и, приобретая большую скорость, приводят тем самым к понижению давления в своем месте нахождения. Далее процесс повторяется. Таким, по мнению автора, можно представить механизм распространения пространственного волнового возмущения и в газах и в жидкостях.

Надо отметить, что местное снижение давления в сплошной среде должно привлекать к себе молекулы со всевозможных направлений, чего совершенно нет в механизме передачи направленного импульса при столкновении молекул или возбуждении волны движущимся поршнем (иначе закон сохранения импульса не выполняется). Таким образом, становится легко возможным объяснить действие закона Паскаля в жидкостях, и соблюдение принципа Гюйгенса в распространении волн.

В этом варианте объяснения все становится на свои места. В бегущих (звуковых) волнах, распространяющихся в газовых и жидкостных средах, кинетическая энергия увеличения или уменьшения скорости частичек среды постоянно сменяется энергией увеличения или уменьшения давления – объемной плотности энергии. Изменения этих двух видов энергии сдвинуты по фазе на  $90^0$  и происходит их естественное перетекание из одного вида в другой, как в маятнике. Однако данное положение нуждается в экспериментальных доказательствах, поскольку оно, прямо скажем, непривычно. Даже профессиональные физики и акустики об этом не догадываются или размышляют превратно [4, 5].

В качестве экспериментального подтверждения этого варианта объяснения можно привести наблюдаемый парадоксальный факт снижения давления на фронте волны цунами [6]. Впереди набегающей волны цунами всегда идет внеурочная волна отлива.

Теперь о возможном варианте создания избыточного давления за счет иных факторов, а не за счет увеличения скорости поступательного движения молекул. Поскольку экспериментальные факты показывают, что при увеличении скорости движения частиц среды давление в ней падает и что, вероятнее всего, при уменьшении давления скорость возрастает, то можно сделать предположение о максимальной скорости частиц в абсолютном вакууме. В защиту этого предположения можно привести то, что отдельные молекулы, находящиеся в космосе и испытывающие световое давление от ближайшей звезды в течение очень длительного времени, просто обязаны иметь скорость близкую к световой.

Попробуем во всем этом разобраться теоретически, призвав на помощь нужную часть авторской системы физических величин и закономерностей (ФВиЗ) [7] (рисунок 2).

Особое внимание будем обращать на системные связи *давления* (и, естественно, *силы*) с другими физическими величинами (ФВ). Известная связь *давления*, *плотности массы* и второй степени *линейной скорости* по выражению (2) здесь не показана, ввиду ее общеизвестности и чтобы не загромождать рисунок.

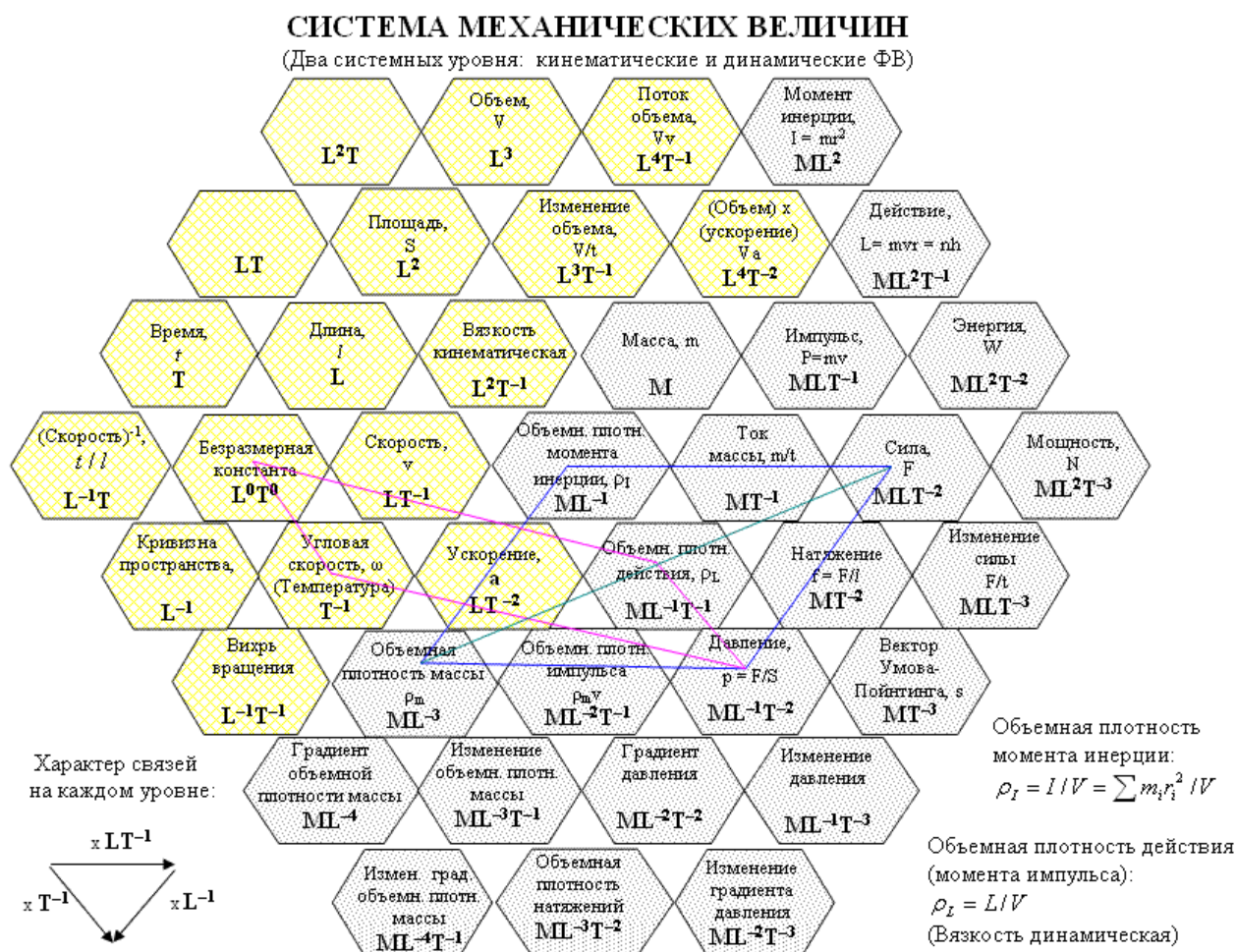


Рис.2. Системные взаимосвязи *объемных плотностей действия (момента импульса) и момента инерции* с физическими величинами *давления и силы*

Анализ системных связей позволяет установить следующие закономерности. *Давление* –  $p$  системно представимо как произведение *объемной плотности момента инерции* –  $\rho_I$  на квадрат *частоты* –  $\omega$ . Математическая зависимость такова:

$$p = \frac{\rho_I \cdot \omega^2}{2}. \quad (7)$$

Давление есть также произведение *объемной плотности импульса*  $\rho_p$  на *скорость*  $v$ :

$$p = \rho_p \cdot v = \rho_m v^2. \quad (8)$$

Если последнюю часть выражения (8) поделить на два, то получаем соотношение (2). Выражение (8) говорит нам о том, что при увеличении давления и росте значений  $\rho_p$  и  $\rho_m$ , а это неизбежно происходит при сжатии газов и жидкостей, линейная скорость частиц  $v$  не обязательно должна уменьшаться. Что при этом будет происходить с температурой, нам может помочь понять выражение (7).

Выражение (7) не должно вызывать удивления, поскольку квадратичная зависимость *энергии* от *частоты* встречается в колебательных процессах. Отметим также, что *давление* есть *объемная плотность энергии*, а *фeyнмановское действие* обязательно включает в себя и *момент импульса*. Хотя, в общем случае, *ФВ действие* не обязательно связано с вращением.

Известно, что во вращательном движении роль *массы* играет ФВ, именуемая *момент инерции*. Поэтому для вращательного движения *объемная плотность момента инерции* –  $\rho_I$  должна играть роль *объемной плотности массы* –  $\rho_m$ , значение которой при описании динамики сплошных сред огромно, в то же время первая ФВ при описании физических процессов совсем не используется. То же самое можно сказать и в отношении ФВ *объемная плотность момента импульса (действие)* –  $\rho_L$ . Известно, что *момент импульса (действие)* – величина сохраняющаяся и квантуемая (ее квант – постоянная Планка). От объемных плотностей указанных величин мы вправе ожидать весьма замечательных физических свойств.

Для дальнейшего анализа привлечем систему ФВиЗ в части тепловых и излучательных величин (рис. 3). Здесь показаны известные закономерные соотношения с участием *температуры* при допущении, что ее размерность совпадает с размерностью *частоты*. Обоснование такого допущения имеется в других работах автора и в работе [8].

В соответствии с авторской системой ФВиЗ *температура* определяется не линейной *скоростью* молекул, а *частотой* вращений и внутренних колебаний атомов и молекул. Это дает дополнительное основание предполагать, что линейная *скорость* молекул в газовых и жидкостных средах с увеличением *давления* не возрастает, как общепринято считать, а уменьшается или, как минимум, остается неизменной.

## СИСТЕМА ТЕПЛОВЫХ И ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН

(Размерности температуры и частоты приняты совпадающими)

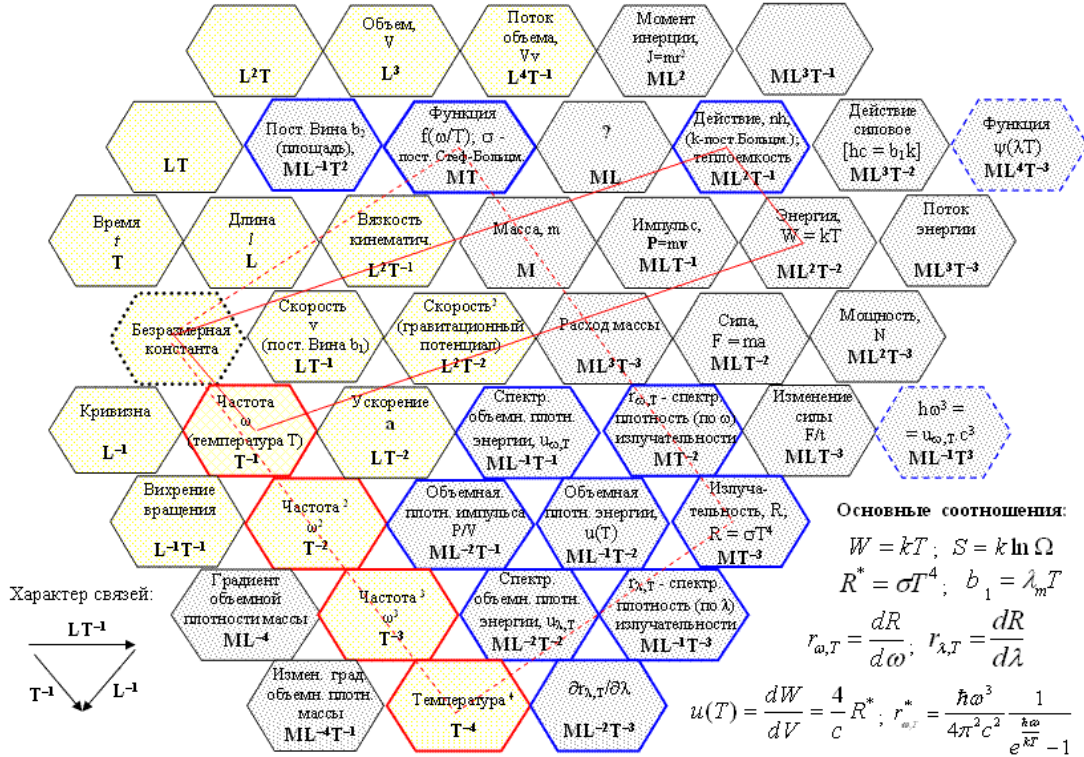


Рис.3. Известные закономерные соотношения для температуры

Еще более достоверной для выражения *давления* смотрится системная взаимосвязь *давления с объемной плотностью действия (момента импульса) и частотой* в первой степени (*температурой*). Математически эта связь определяется так:

$$p = \rho_L \cdot T. \quad (9)$$

Прямая зависимость *давления от температуры (частоты)* при неизменной *объемной плотности действия* (проще говоря – *объема*) и обратно пропорциональная зависимость *давления и объемной плотности действия* в условиях постоянной *температуры*, сомнений практически не вызывают.

На этом основании можно с уверенностью предполагать (а, по мнению автора, даже утверждать), что известное увеличение *температуры* при увеличении *давления* и уменьшении *объема* происходит главным образом не за счет увеличения линейной *скорости* (во втором случае, *плотности*) молекул, а за счет увеличения кинетической *энергии* вращательных и колебательных движений тех же молекул. Об этом нам говорит и ступенчато изменяющаяся (при росте температуры) *теплоемкость* газовых сред.

Высказанные соображения автору представляются гораздо более достоверными, чем известные представления об увеличении *температуры* при адиабатическом сжатии газовых сред со сколь угодно малой *скоростью*.

Зависимость *частоты* и *энергии* колебаний от *объемной плотности* числа микрочастиц хорошо известна в микромире - температура и энергия Ферми. В макромире изменение интенсивности вращательного движения при изменении *момента инерции* и *момента импульса* мы тоже наблюдаем повсеместно. К сожалению, на молекулярном уровне этот аспект, как-то ускользал от внимания физиков. Все были магически заморожены известными простыми соотношениями (1) и (2) и других соотношений не замечали. Авторская система ФВиЗ этот пробел восполняет.

В системе ФВиЗ обнаруживаются и другие интересные взаимосвязи с участием *объемной плотности действия (момента импульса)* и *объемной плотности момента инерции*. Математические выражения для этих закономерностей, без возможного участия цифровых сомножителей, следующие:

$$L = mvr = \frac{dV}{dt} \rho_I, \quad (10)$$

$$F = \frac{p \cdot \rho_I}{\rho_m} i, \quad (11)$$

$$F = \frac{\rho_L^2}{\rho_m}. \quad (12)$$

$$p = \frac{\rho_L^2}{\rho_I}. \quad (13)$$

Выражение (10) можно трактовать так: *момент импульса*, как сохраняющаяся и квантуемая ФВ, определяет, что при изменениях *объема* происходит обязательное и прямо противоположное изменение *объемной плотности момента инерции*, а это приводит к соответствующему изменению *температуры* среды. Остальные соотношения оставляем без комментариев.

В качестве дополнительного довода правильности нашего вывода об уменьшении взаимной линейной *скорости* перемещения частиц в газовых и жидкостных средах при увеличении *давления* можно привести известные явления сжижения и отверждения сред при высоких давлениях. Наконец можно привести и то, что в разреженных газах увеличивается средняя длина свободного пробега молекул, количество соударений меньше и торможений молекул тоже должно быть меньше. Подтверждение этому – параметры земной атмосферы. В самой верхней ее разреженной части (в термосфере) наблюдается значительный рост температуры.

Теперь о загадках дифференциального вращения Солнца и жидкостно-газовых планет, а также о суперротации (опережающем вращении) атмосфер планет [9]. Если верны вы-

сказанные представления о большей скорости движения частиц сплошных сред в условиях меньших давлений, то становятся легко объяснимы выше названные явления, относимые сегодня к числу самых загадочных.

На поверхности экваториальных частей Солнца и планет давление меньше за счет действия центробежных сил, поэтому скорость движения частиц среды в этих районах больше, чем на полюсах. Кинетической энергии среды надо куда-то деваться, потому среда с пониженным давлением и крутится как вода в ванне при ее сливе. Для большинства планет направление поверхностного вращения или газовой оболочки совпадает с направлением обращения вокруг Солнца, а у Венеры – наоборот. С выпускаемой водой в ванне тоже так, в одном случае вращение происходит в одну сторону, в другом - наоборот и разница практически незаметна. Причина этого безразличия в направлении вращения в том, что кинетическая энергия вращения лишь компенсирует уменьшение давления вблизи центра воронки.

Экваториальные и близкие к ним поясные части поверхностного содержимого вращающихся звезд и планет похожи на огромный пульверизатор. Пониженное (за счет центробежных сил) экваториальное давление приводит к большей скорости вращения подвижных масс на экваторе. Этим обеспечивается дополнительное притяжение поверхностных масс от полюсов к экватору, а их реальное перемещение увеличивает момент инерции Земли. Тем самым крутящий момент, с одной стороны увеличивается, а с другой - уменьшается. Таким образом, устанавливается определенное динамическое равновесие, которое на Земле мы замечаем по периодическому изменению скорости вращения нашей планеты. Вне Земли этот процесс проявляет себя в виде изменений (пятен и вихрей) в дифференциальном вращении поверхностного содержимого Солнца и планет. В этом механизме участвуют и приливные явления, рассмотренные автором в работе [9].

В завершение рассмотрения данной темы хочется отметить, что нынешний правящий режим и академическая сфера науки, увлеченные авантюрическими прожектёрскими и сверхзатратными проектами типа «Нано» и «Сколково», принципиально не хотят замечать реально совершаемой работы и достижений многих наших отечественных ученых, работы которых не вписываются в русло «официальной» науки. Эти исследования никак не финансируются, в официальной научной печати не публикуются. Хорошо, что хоть благодаря интернету эти работы и достижения не пропадают и становятся быстро известными.

Если наши правители действительно пекутся о научно-техническом развитии страны, то вместо пресловутых проектов «Нано» и «Сколково» следовало бы создать несколько совсем малозатратных государственных организаций (их не надо создавать, государственные НИИ и КБ еще не все разрушены). Этим организациям следовало бы поручить на конкурентной основе и за государственный счет экспериментально проверять идеи и теории, создаваемые самодеятельными учеными (самодеятельными, в смысле, работающими только ра-

ди идеи и поиска нового). Многие такие идеи, созданные уже сегодня, имеют революционный мировоззренческий характер (достаточно посмотреть и изучить материалы лишь одного сайта STL). Эти идеи, в случае их оправданности, способны действительно обеспечить прорывное развитие страны в будущем.

К таким достижениям отечественной научной мысли автор относит и используемую здесь систему ФВиЗ, которая, как показывается в этой статье, работает и имеет большие потенциальные возможности в раскрытии и объяснении многих непонятных явлений природы. В дальнейшем автор надеется на плодотворное использование этой системы в электродинамике, многие тайны которой еще не раскрыты. Не исключено, что с помощью системы ФВиЗ удастся раскрыть одну из самых загадочных тайн Природы – причину действия гравитации, предпосылки для этого имеются.

#### Источники информации:

1. Чуев А.С. О поле векторного потенциала проводника с током и некоторых закономерных соотношениях с его участием.  
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10951.html> .
2. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы: Учеб. пособие для вузов/- 2-е изд., дополн. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 263 с.
3. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. Учеб. пособие для вузов/- 5-е изд., испр. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2003. – 432 с.
4. Лекции профессора Яковенко В.А. по механике.  
[http://phys.bspu.unibel.by/static/um/phys/meh/lekcii/lekmexpdf/lekmex\\_31.pdf](http://phys.bspu.unibel.by/static/um/phys/meh/lekcii/lekmexpdf/lekmex_31.pdf)
4. Физические параметры звука.  
<http://www.ciferton.ru/modules/smartsection/item.php?itemid=104>
5. Физика цунами. <http://www.elkin52.narod.ru/new/otvet37.htm>
6. Чуев А.С. Система физических величин и закономерных размерностных взаимосвязей между ними./ Журн. «Законодательная и прикладная метрология». №3 - 2007. С.30-33.
7. Коган И.Ш. Естественная размерность температуры.  
<http://physicalsystems.narod.ru/index07.06.5.html>
8. Чуев А.С. О причине дифференциального вращения центральных тел и механизме образования и саморазвития космических систем.  
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/7488.html>