



УДК: 532.555.2

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА VS ЛЖЕНАУКА***Д.Б. Зотьев***

Национальный исследовательский университет (МЭИ)), филиал в г. Волжский
404110, г. Волжский Волгоградской обл., пр. Ленина, д. 69
Тел.: (8443) 21-01-60, e-mail: zotev@inbox.ru

Заключение совета рецензентов: 05.07.13 Заключение совета экспертов: 12.07.13 Принято к публикации: 20.07.13

В критической статье детально проанализированы теоретические положения так называемого «гидродинамического эффекта Трещалова». Данный «эффект» связан с конструкцией двухколесной гидротурбины, которая, по замыслу изобретателя, способна извлекать из свободно текущего потока воды потенциальную энергию и направлять ее в полезную нагрузку. По существу идея Г.В. Трещалова заключается в следующем. Можно сдвинуть в сторону массу воды в резервуаре, так что из-за скачка уровня жидкости на краю полости высвобождается потенциальная энергия, которая превышает затраченную работу. Исходя из наивных представлений о том, что потенциальная энергия присутствует в воде, как извлекаемая субстанция, автор нарушает закон сохранения энергии и предлагает нежизнеспособную идею. Целью данной статьи является снижение лженаучной активности в России.

Ключевые слова: эффект Трещалова, лженаука, гидротурбина.

ALTERNATIVE ENERGY VS PSEUDO-SCIENCE***D.B. Zotev***

Moscow Power Engineering Institute (MPEI), branch in the city of Volzhsky,
69 Lenin St., Volzhsky, Volgograd region, 404110, Russia
Tel.: (8443) 21-01-60, e-mail: zotev@inbox.ru

Referred: 05.07.13 Expertise: 12.07.13 Accepted: 20.07.13

In the critical article the author analyzes theoretical theses of so-called "hydrodynamic Treshchalov's effect". This "effect" is associated with the design of a two-wheel hydro-turbine, which, according to the inventor, is able to extract potential energy out of a free water flow directing it into the payload. Based on the naive notions that potential energy is present in the water as some extractable substance, the author breaks the law of conservation of energy and offers a non-viable idea. The purpose of this article is to reduce the pseudo-scientific activity in Russia.

Keywords: Treshchalov's effect, pseudoscience, hydraulic turbine.



*Дмитрий
Борисович Зотьев*

Сведения об авторе: д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры физики филиала Национального исследовательского университета (МЭИ) в г. Волжский.

Образование: Казанский гос. университет, мехмат, 1991, специальность – математик.

Область научных интересов: симплектическая геометрия, топология интегрируемых гамильтоновых систем, лазерная генерация в рентгеновском спектре.

Публикации: 16 статей, 1 монография (Cambridge Scientific Publishers).

Введение

Интернет радикально изменил наш мир. И, к сожалению, не только в лучшую сторону. Изнанкой информационного прогресса стало то, что каждый может поместить в Сеть что угодно. И это вдохновляет лжеученых! Последний термин играет важную роль в статье, поэтому необходимо пояснить его семантику. Любитель тоже может быть ученым, если готов учиться на ошибках. И заблуждаться может каждый, в том числе добросовестный исследователь. Все дело в том, как относиться к собственным ошибкам. Попытки обмануть общество, проталкивая ложную идею, являются признаком лжеученого. Очевидный вред лженауки в том, что она дискредитирует науку, снижает планку публикаций и развращает начинающих ученых. Поэтому ее необходимо сдерживать.

В потоке текстов, присылаемых в редакцию «Альтернативная энергетика и экология», естественно немало лженаучных. Вероятность просочиться через рецензирование для них мала, но все-таки отлична от нуля. Согласно статистическому смыслу вероятности, это событие должно было произойти. Так и случилось со статьей [2], которая вышла только на английском языке. У нее был предшественник

[1], но не в техническом журнале. Затем по протеренной дорожке прошла вторая статья, опубликованная на двух языках [3, 4], и третья [6] на русском. Они вращаются вокруг одной идеи, которая сулит немало блага человечеству. Поэтому естественно, что, пропустив одну из них, было непросто отклонить другие. «Эффект Трещалова» дает нам поучительный пример того, как лженаука отвоевывает себе место под Солнцем. Поэтому его необходимо рассмотреть в деталях.

Новый гидродинамический эффект

Начнем с того, что «эффект Трещалова», который получил название от самого Г.В. Трещалова, никогда не наблюдался экспериментально! Об этом легко судить по описанию в [4] опытов с моделью двухколесной гидротурбины и трудностей, которые при этом возникали. С тех пор прошло почти 7 лет, однако решающий эксперимент так и не состоялся. Акты экспертизы в редакцию «АЭЭ» не представлялись, поскольку опытов с определенным, позитивным результатом просто не было. Хотя модельная установка не является чем-то сложным и дорогим, как можно судить по рисунку автора (рис. 1).

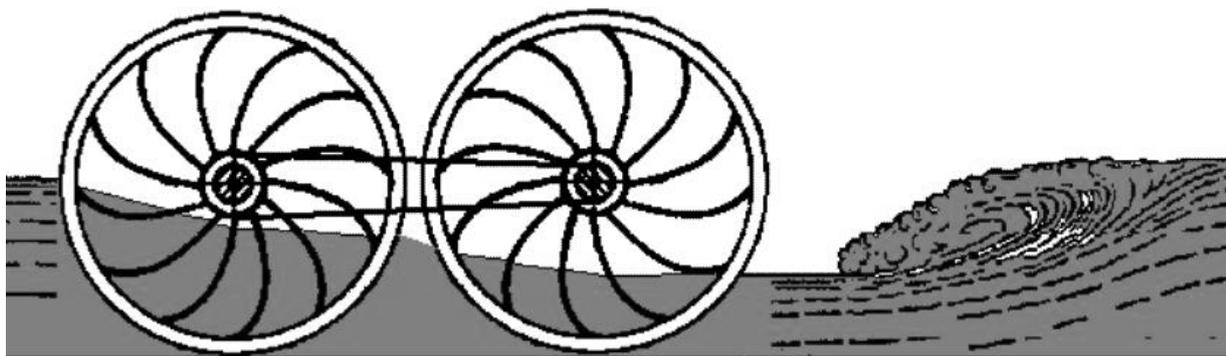


Рис. 1. Схема двухколесной гидротурбины, в которой реализуется мнимый, гидродинамический эффект.

Рисунок представлен в статьях Г.В. Трещалова [4, 7, 8].

Fig. 1. Scheme of two-wheel turbine, where the fictive hydrodynamic effect is realized.

The image is presented in some articles of G.V. Treshchalov [4, 7, 8]

Таким образом, на данный момент «эффект Трещалова» существует лишь в воображении автора, а значит, о новом физическом эффекте не может быть и речи. Его настойчивая, многолетняя пропаганда через научные и околонучные СМИ, при полном отсутствии экспериментальных подтверждений, достаточна для того, чтобы серьезно сомневаться в научной добросовестности изобретателя. Однако перейдем к теоретическим основам.

В публикациях Г.В. Трещалова заявлено об открытии нового гидродинамического эффекта усиления мощности. В чем именно он заключается, нигде точно не сказано. Есть только описания последствий эффекта и условий, при которых он якобы возникает.

Начало статьи [4]: «Выяснилось, что основной особенностью этого эффекта является то, что благодаря ускорению потока создается локальный искусственный перепад уровней и из потока извлекается потенциальная энергия, которая значительно превышает кинетическую энергию потока.»

Для осуществления и применения своего «специфического, гидродинамического эффекта» автор предлагает конструкцию двухколесной гидротурбины, которая якобы позволяет увеличить отбор полезной энергии из безнапорного потока с заданной скоростью и глубиной. Идея состоит в следующем. Пусть в канале находится водяное колесо, и вода течет слева направо. Добавим второе водяное колесо,

которое связано с первым передачей, повышающей частоту вращения (рис. 1). Правое колесо крутится быстрее левого, за счет чего ускоряется поток. Поскольку сечение канала остается неизменным, при возрастании скорости потока его уровень должен понизиться. Так возникает скачок гидростатического давления, который, по замыслу автора, становится дополнительным источником полезной энергии. Автор утверждает, что происходит отбор потенциальной энергии из воды: «То есть происходит выделение из потока энергии, частично затрачиваемой при помощи обеспечиваемой машиной обратной связи на дополнительный разгон выходящего потока» [1]. Речь идет именно о потенциальной энергии, поскольку кинетическая энергия потока на входе в «гидротурбину Трещалова» в разы меньше того, что он рассчитывает получить в полезную нагрузку. Так в численном расчете из [4] он получает из одного погонного метра канала 3,4 кВт на выходе при 0,5 кВт кинетической энергии на входе.

В статье [1] была получена основная формула, которая в [4] выглядит так:

$$E = \rho L \left(H_1^2 V_1 g + H_1 \frac{V_1^3}{2} - \frac{3}{2} \sqrt[3]{(H_1 V_1)^5 g^2} \right), \quad (1)$$

где L – эффективная ширина потока; H_1 и V_1 – его глубина и скорость при подходе к левому колесу; ρ – плотность жидкости и E – величина извлеченной из потока энергии за 1 секунду (мощность гидротурбины).

Легко понять, что данная идея сродни *perpetuum mobile*. Автор считает возможным извлечь дополнительную энергию из потока воды, используя для этого только энергию самого потока. Г.В. Трещалов пишет: «В природе существует процесс, позволяющий извлекать неизвлекаемую прежде потенциальную энергию из любого её имеющего объекта, и он найден» [1]. Изобретатель явно полагает, что потенциальная энергия как бы «растворена» в воде и ее можно извлекать подобно тому, как извлекают тепловую энергию из топлива. Однако потенциальная энергия не принадлежит самой воде! Она является энергией гравитационного взаимодействия между водой и нашей планетой. Это – энергия системы «вода в канале + Земля», поэтому вода, как таковая, ей не обладает. В непонимании природы потенциальной энергии состоит главная, хотя далеко не единственная ошибка Г.В. Трещалова. При извлечении потенциальной энергии «из воды» в полезную нагрузку, она всегда сначала переходит в кинетическую. Таким образом, автор намерен увеличить отбор кинетической энергии из потока воды за счет кинетической энергии самого потока воды и этим повысить мощность гидротурбины. Уже отсюда ясно видно, что эта идея противоречит закону сохранения энергии. Мантры об особой роли обратной связи между потоками энергии ничего в этом факте не меняют!

Однако, учитывая запущенность случая с «эффектом Трещалова», ниже это дополнено формаль-

ным рассуждением, а затем примерами, которые его проиллюстрируют. Докажем следующий, почти очевидный факт. А именно: над водой должна быть совершена работа A , в точности равная тому приращению потенциальной энергии ΔW , которая одновременно извлекается из воды в количестве ΔW в соответствии с «гидродинамическим эффектом усиления мощности».

Пусть система «вода + Земля» содержит воду, заключенную между двумя сечениями канала вблизи гидротурбины – слева и справа от нее. Эта вода течет, однако ее масса и фигура не меняются. Система обменивается с потоком массой и кинетической энергией: получает слева и отдает направо. При этом часть энергии уходит на вращение турбины, а передача с первого колеса на второе считается отключенной. Потенциальная энергия в системе «вода + Земля» равна нулю, поскольку эта система не может совершить дополнительной работы за счет гравитационного взаимодействия. Работа, которая могла бы совершаться силами гравитации, уже совершается в процессе разгона воды в данной части канала. В стационарном режиме, который мы рассматриваем, сверх этого никакая работа за счет гравитации совершена быть не может! Это как раз и означает, что потенциальная энергия данной системы равна нулю.

Поэтому для того, чтобы из данной системы могла быть извлечена дополнительная потенциальная энергия ΔW , необходимо эту энергию в систему добавить. Добавить ее можно только одним способом: совершить работу $A = \Delta W$ против сил гравитации. Именно эту работу совершает правое колесо, когда подключено к передаче от левого. Работа A производится за счет энергии $E = \Delta W$, полученной от левого колеса. В результате кинетическая энергия потока на выходе из правого колеса увеличивается на $E = A = \Delta W$. В свою очередь, левое колесо забирает эту энергию из потока.

Для иллюстрации рассмотрим пример того, как именно потенциальная энергия добавляется в воду, чтобы быть из нее извлеченной. Допустим, что мы ударили по поверхности воды поршнем с площадью S , так что образовался цилиндрический «колодец» с высотой h и площадью основания S . Пусть масса воды в объеме «колодца» равна m . Тогда система приобрела потенциальную энергию $\Delta W = mgh/2$, которая может выделиться в процессе выравнивания уровня воды. В самом деле, пусть в процессе заполнения «колодца» в него входит малый, цилиндрический объем воды dV . Если dS – площадь основания цилиндра dV , которое перпендикулярно направлению движения, то $dV = ldS$ и работа гидростатического давления P в процессе вхождения объема dV в «колодец» равна $dA' = PdS \cdot l = PdV$. При этом P равномерно возрастает по глубине «колодца» от нуля до ρgh и его среднее значение равно $\rho gh/2$. Тогда работа, совершенная в процессе выравнивания уровня воды за счет потенциальной энергии ΔW , будет равна

$$A' = \int dA' = \int PdV = \frac{\rho gh}{2} \int dV = \frac{\rho gh}{2} V = \frac{mgh}{2} = \Delta W.$$

Теперь найдем работу A внешней силы при движении поршня в процессе образования водяного «колодца». Она действовала против силы гидростатического давления на основание поршня, которая менялась от нуля до $F = \rho ghS = mg$. Поршень при этом сдвинулся вниз на h , поэтому работа внешней силы

$$A = \frac{F}{2} h = \frac{mgh}{2} = A' = \Delta W.$$

Итак, извлеченная потенциальная энергия ΔW равна работе A , которая при этом была затрачена. По существу в этом примере использована та же идея, которая положена в основу «эффекта Трещалова» (см. ниже).

Таким образом, без учета потерь при передаче вращения извлеченная потенциальная энергия ΔW равна энергии E , которая затрачена на ускорение воды правым колесом. Энергобаланс не меняется: вся дополнительная энергия $\Delta W = E$, извлеченная из потока, в него же и вернулась. Поэтому полезная нагрузка энергии не получит. Соответственно, формула (1) является ложной. Более того, если левое колесо само не отбирает кинетическую энергию из потока без помощи правого (при отключенной передаче), то, с учетом неизбежной диссипации энергии, гидротурбина вращаться вообще не будет. Даже вхолостую!

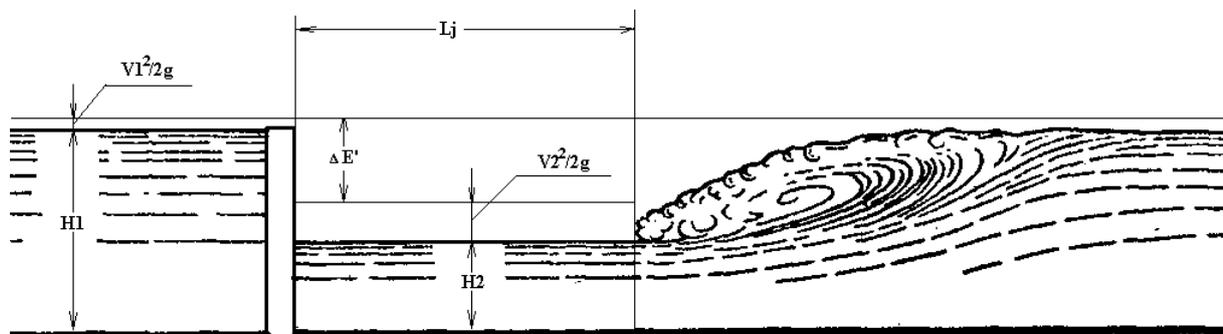


Рис. 2. Гидравлический прыжок на выходе аппарата (рисунок Г.В. Трещалова из статьи [1])
Fig. 2. Hydraulic jump at the output of the apparatus (figure of G.V. Treshchalov from the article [1])

О связи «нового эффекта» с числом Фруда

Осталось понять, как именно автор придал своей идее математическое выражение (1). Без лишних подробностей, затемняющих суть дела, эта формула была выведена следующим образом (в других обозначениях, см. вывод автора, например в [7]).

Пусть V и H – скорость и уровень потока перед левым колесом, а xV – скорость на выходе из-под правого колеса, где $x > 1$. Тогда уровень этого потока H/x . Уменьшение $(-\Delta W)$ потенциальной энергии во-

в следующем рассуждении ошибка автора видна как на ладони (рис. 2). Предположим, что канал глубиной H с неподвижной водой перегородили прочным, плоским щитом с площадью S и высотой H . Затем щит сдвинули вправо вдоль оси канала на расстояние L . Если движение щита происходит быстро, то на мгновение в канале образуется пустая полость с объемом SL . Потенциальная энергия воды в этой полости была равна $W = \rho SLgH/2$. Согласно «эффекту Трещалова», эта энергия теперь высвобождается. Однако при движении щита среднее гидростатическое давление на его правую стенку равно $P = \rho gH/2$, поэтому сила сопротивления движению не меньше, чем $F = (\rho gH/2)S$. Поэтому сила, которая приводит щит в движение, должна быть не меньше этой величины. Тогда ее работа $A \geq FL = W$. Таким образом, вся высвободившаяся потенциальная энергия не превышает тех затрат энергии $E \geq A$, которые для этого понадобились. Пример с поршнем и «колодцем», рассмотренный выше, вполне аналогичен этому.

Вывод: двухколесная гидротурбина Г.В. Трещалова не имеет практического смысла и неработоспособна в том режиме, о котором всюду пишет автор. Соответственно, его гидродинамический эффект является фикцией. Будь это иначе, мы смогли бы извлекать из воды дармовую энергию, ударяя по ее поверхности палкой и получая в результате больше, чем затратили на свои усилия!

ды = $Mg(H - H/x)/2$, а увеличение ΔK ее кинетической энергии = $M(V^2x^2 - V^2)/2$. Суть «нового гидродинамического эффекта» заключается в том, что из-за падения уровня на величину $H - H/x$ высвобождается потенциальная энергия воды, которая перекрывает потери энергии на ее разгон от V до xV . Поэтому должно иметь место $-\Delta W > \Delta K$, что эквивалентно

$$gH(1-1/x) > V^2(x^2-1). \quad (2)$$

Легко проверить, что неравенство может иметь решение $x > 1$ лишь в том случае, когда число Фруда $Fr = V^2/gH$ меньше, чем $1/2$.

По данному поводу автор ошибочно утверждает, что должно иметь место $Fr < 1$. Это началось с ошибки в уравнении

$$MgH_1 + \frac{MV_1^2}{2} = MgH_2 + \frac{MV_2^2}{2} + E. \quad (3)$$

При вычислении потенциальной энергии уровень H следует делить пополам! Тогда основная формула (1) будет выглядеть иначе (неважно как), а неравенство (2) имеет решение $x > 1$ только при $Fr < 1/2$. При численных расчетах в статье это условие выполняется с большим запасом ($Fr = 0,102$).

Однако результаты вычислений все равно ошибочны. В этом легко убедиться, взяв данные из первого столбца таблицы на стр. 39. Прямой расчет уменьшения полной энергии воды, протекающей за 1 секунду через погонный метр сечения, дает 824,56 Дж, а не 3430 Дж, как утверждает автор. Действительно:

$$\begin{aligned} & Mg \frac{H_1}{2} + \frac{MV_1^2}{2} - Mg \frac{H_2}{2} - \frac{MV_2^2}{2} = \\ & = 1000 \left(9,81 \cdot \frac{1}{2} + \frac{1^2}{2} - 9,81 \cdot \frac{0,467}{2} - \frac{2,14^2}{2} \right) = 824,56 \end{aligned}$$

Если $Fr < 1/2$, то величина $gH(1-1/x) > V^2(x^2-1)$ достигает максимума при $x = (2 \cdot Fr)^{-1/3}$. В силу ошибки, о которой сказано выше, у автора получилось $x = Fr^{-1/3}$ (он использует параметр $k = 1/x$). Затем Г.В. Терещалов вычисляет этот максимум и так получает извлеченную из потока энергию E .

Допустим, что мы исправили эту ошибку и уточнили формулу (1). Что она будет выражать? Максимально возможное значение величины $E = -\Delta W - \Delta K$ при условии $Fr < 1/2$? Что соответствует разгону воды с фактором $x = (2 \cdot Fr)^{-1/3}$? Да, это так. Но откуда следует, что вода сможет разогнаться до такой скорости под действием правого колеса? Ответ прост: ниоткуда! Автор не анализировал этот ключевой вопрос. Он просто принял как факт, что требуемая скорость xV достижима, но прямо не написал об этом. Таким образом, у автора нет обоснованного вывода формулы (1). Это естественно, поскольку все результаты и выводы статьи являются ложными, как было показано выше.

На этом можно было бы закончить разбор «нового эффекта». Однако апелляции автора к гидравлике уводят в сторону от понимания того, что ложная идея Г.В. Терещалова к тому же тривиальна. На са-

мом деле она основана только на фантазии об извлечении дополнительной потенциальной энергии за счет сдвигания воды по горизонтали (см. пример под рис. 2). А рассуждения о числе Фруда и роли буруна в обеспечении «эффекта» [4] создают ложное впечатление неочевидности идеи, для понимания которой якобы необходимы профессиональные знания в гидравлике. Это позволяет автору спекулятивно рассуждать о том, что физика его эффекта спрятана где-то в глубине потока, переходящего в критическое состояние. Соответственно любая критика, не исходящая от титульного специалиста по гидродинамике или гидравлике, может быть решительно отвергнута, как потуги дилетанта. На мой взгляд, это помогло Г.В. Терещалову убедить рецензентов из журнала «АЭЭ» в том, что его идея может иметь техническую перспективу. Другие публикации на данную тему, весьма вероятно, не подвергались рецензированию вовсе.

Важно заметить также, что в своих рассуждениях автор слишком вольно обращается с числом Фруда $Fr = V^2/gH$, которое является параметром подобия для моделирования волнового сопротивления кораблей. Принципиальным для Г.В. Терещалова, хотя и не для существа его идеи, является утверждение о том, что при $Fr = 1$ поток в канале переходит из плавного состояния в бурное. Это не соответствует действительности, а лишь приближенно имеет место для прямоугольного русла. Однако нужно еще учитывать коэффициент Кориолиса α , который для каналов Средней Азии имеет значение не меньше, чем 1,1 (Д.В. Штеренлихт. Гидравлика, 1984. стр. 322). Тогда критическому состоянию потока соответствует $Fr = 1/\alpha \cong 0,9$. В руслах непрямоугольной формы, например трапециевидной, зависимость критической глубины от числа Фруда является более сложной и не выражается в явном виде. При этом очевидно, что если бы гидротурбина Терещалова на самом деле заработала, то форма русла не имела бы принципиального значения. Однако для непрямоугольного русла равенство $Fr = 1$ теряет физический смысл! Соответственно, является неверным утверждение о минимуме удельной энергии потока, якобы достигаемом в процессе осуществления «эффекта Терещалова». При $V^2/gH = 1$ оно справедливо лишь для прямоугольного русла и без учета коэффициента Кориолиса.

Фактически, вопрос о критичности состояния потока на выходе из правого колеса и числе Фруда всплывает лишь тогда, когда автор из элементарных соображений (3) получает ложное уравнение (1) и равенство $Fr = 1$. Однако последнее является следствием ошибки в уравнении (3). Поэтому, как было показано выше, «критическим» следовало бы считать число $Fr = 1/2$. Таким образом, все апелляции автора к гидравлике являются надуманными и не имеют под собой оснований. Они лишь уводят в сторону от существа дела. То же относится и к рассуждениям об экстремуме удельной энергии потока, которые возникли в связи с равенством $V^2/gH = 1$.

Но почему Г.В. Трещалов полагает, что энергию воды в потоке глубиной h нужно считать по формуле $W = mgh$? Здесь m – масса воды, протекающей за единицу времени через погонный метр (ширины) сечения канала или через живое сечение целиком. На самом деле $W = mgh/2$, поскольку центр масс воды находится на высоте $h/2$. Какие контраргументы у изобретателя? Автор ссылается на закон Бернулли и удельную энергию потока, где при вычислении энергии на единицу массы, веса или объема жидкости высота h на 2 не делится. Все это так, конечно, но указанные формулы используются лишь для вычисления энергии малых элементов жидкости, по высоте которых потенциальная энергия меняется пренебрежимо мало. В процессе вычислений и рассуждений Г.В. Трещалов путает удельную энергию с энергией в живом сечении.

Заключение

К сожалению, приходится констатировать не только ложность идей Г.В. Трещалова, но и научную недобросовестность автора, которая уже отмечалась в секции «Новый гидродинамический эффект». После того, как был официально поднят вопрос о ложности идеи двухколесной гидротурбины, в «АЭЭ» поступил наскоро сделанный вариант статьи [8]. Единственным, реальным содержанием данного текста являлась реклама «гидродинамического эффекта Трещалова». Такие действия едва ли можно расценить иначе, как попытку дезинформировать редакцию журнала. Резко отрицательные заключения независимых экспертов не оставили шансов на то, что идея устройств с «обратной связью», способных извлекать «потенциальную энергию», содержит в себе нечто разумное. Однако статья [8] вместе со многими другими публикациями Г.В. Трещалова, в которых ложная идея преподносится как твердо установленный научный факт, продолжают оставаться во «Всемирной паутине». Вместо того, чтобы разобраться в ошибках и сделать выводы на будущее, автор продолжает навязывать обществу ложную идею и предпринимает заметные усилия для публичной дискредитации оппонентов. Все это прямо соответствует признакам лженауки, о которых шла речь во Введении.

Остается выразить сожаление в связи с тем, что глубоко ложная идея столь широко разрекламирована в интернете и была дважды отмечена сертификатом конкурса «Energy Globe Award», в 2008 и 2010 [4]. К чести журнала «АЭЭ», на этот раз лженауке поставлен решительный заслон. Хочется верить, что развязка истории с «эффектом Трещалова» поможет снизить давление безграмотных публикаций на редколлегиям журнала, а также будет способствовать снижению лженаучной активности в России.

Список литературы

1. Трещалов Г.В. Высокоэффективный способ извлечения энергии из безнапорного потока текущей жидкости на основе специфического гидродинамического эффекта // Экономика и производство. 2008. № 2. С. 71-77.
2. Treshchalov G.V. A highly efficient method for deriving energy from a free-flow liquid on the basis of the specific hydrodynamic effect // ISJAEE. 2010. № 12. P. 23-29.
3. Treshchalov G.V. Research into the hydrodynamic effect of boosting power and its full-scale modeling // ISJAEE. 2012. No. 11(115). P. 41-44.
4. Трещалов Г.В. Анализ возможности натурального моделирования режимов работы гидравлической турбины, использующей гидродинамический эффект усиления мощности // Альтернативная энергетика и экология - ISJAEE. 2012. № 11. С. 37-40.
5. Трещалов Г.В. Альтернативная гидроэнергетика // Lambert Academic Publishing & AV Akademikerverlag GmbH & Co. KG (ISBN 978-3-659-22020-3). 2012.
6. Трещалов Г.В. Применение гидродинамического эффекта Трещалова в свободнопоточных гидротурбинах // Альтернативная энергетика и экология. – ISJAEE. 2013. № 3/2 (122). С. 95-98.
7. Трещалов Г.В. Исследование специфического гидродинамического эффекта в свободном безнапорном потоке жидкости // http://erg.ucoz.org/pub/info/Hydrodynamic_Effect_ru.pdf.
8. Трещалов Г.В. Будущее энергетики: имплозия vs эксплозия // SciTecLibrary.ru. Интернет-ресурс. 28 мая 2013.

