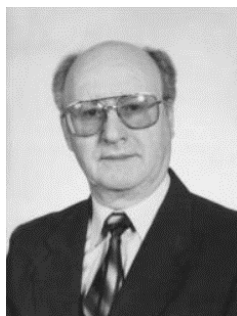


# О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ «САМОДВИЖУЩИХСЯ» УСТРОЙСТВ

## Эткин В.А.



*Эткин Валерий Абрамович – доктор технических наук, профессор, Советник проректора по науке,  
Научно-исследовательский центр,  
Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти*

**Аннотация:** *статья рассматривает ряд устройств, демонстрирующих движение якобы без приложения внешних сил и потому кажущихся «самодвижущимися». Существование таких устройств требует коррекции законов механики, основанных на рассмотрении однородных (внутренне равновесных) систем. Такая коррекция осуществляется в статье с позиций энергодинамики как наиболее общей теории реальных процессов переноса и преобразования любых форм энергии. Она обобщает закон сохранения энергии на процессы её превращения и обосновывает необходимость обобщения всех трех законов механики Ньютона с введением принципа взаимопревращения внутренних импульсов у носителей различных форм энергии. Этот принцип опровергает обвинения в нарушении законов механики инерцоидами и устройствами типа «EM Drive», и открывает широкие возможности создания новых типов двигателей для длительных космических полётов.*

**Ключевые слова:** *замкнутые и изолированные системы, внешние и внутренние силы, законы сохранения энергии и импульса, инерцоиды и самодвижущиеся устройства.*

### 1. Введение.

Проблема «самодвижения», т.е. движения за счёт внутренних сил, с давних времён и до наших дней не даёт покоя экспериментаторам [1]. Вновь и вновь возникает вопрос: может ли тело внутренними силами привести себя в состояние движения, переместить свой центр тяжести или повернуть себя?

Ещё в начале прошлого столетия (в 1924 г.) учащийся колледжа Томас Браун обнаружил эффект поступательного движения плоского высоковольтного конденсатора в сторону положительного полюса. После многолетних исследований он создал плёночные конденсаторы, способные при напряжении в 50 кВ подниматься в воздух и совершать круговые движения со скоростью 50 м/с [2].

В 1930-е годы российский инженер В.Н. Толчин изобрёл тележку, на которой совершали колебательное движение два груза. Это позволяло ей двигаться по горизонтальной поверхности без какого-либо привода на колёса [3]. Аналогичную действующую модель представил в НАСА в 1956 году Норман Дин, самоучка из Вашингтона. Однако несмотря на многократные демонстрации и широкую известность ни специалисты НАСА, ни патентные ведомства США, Англии и Германии не стали разбираться с ней, ссылаясь на то, что «устройство для превращения вращательного движения в поступательное» противоречит законам Ньютона [4].

Аналогичная ситуация сложилась с вибрационным устройством типа гантели с грузами, предложенным российскими учёными В. Белецким и М. Гиверцем и способным, по их утверждению, перевести спутник на другую орбиту [5]. Та же участь постигла магнитные летающие диски английского самоучки Д. Сёрла, подъёмная сила в которых создавалась благодаря возбуждению в нём электростатического поля сверхвысокой напряжённости. Такие устройства успешно испытывались с 1963 по 1978 год, совершив за это время множество управляемых полётов [6]. О них писали газеты и снимались фильмы, но удовлетворительного теоретического объяснения они, как и упомянутые выше модели, не получили. В России эксперименты Д. Сёрла воспроизвели В. Рощин и С. Годин, получившие снижение веса стационарного генератора Серла на 35% [7].

На этом фоне практически не замеченными прошли испытания в 2000-е годы 4-D гироскопа российского учёного Г. Шипова, изготовленного в НИИ Космических систем Роскосмоса. При испытаниях этот вариант инерцоида, который журналисты окрестили «гравипой», развил тягу в 1-3 г при габаритах 200x82x120 мм, массе 1.7 кг и потребляемой мощности 6-8 Вт [8]. Устройство было установлено на спутнике «Юбилейный», запущенном в 2008г. в космос. Однако по настоянию РАН оно

так и не было испытано из-за опасения, что «эксперимент в космосе с включением нового двигателя нанесёт ущерб престижу России и репутации отечественной науки, поскольку принцип работы двигателя противоречит основополагающим законам механики и пытается реализовать антинаучную идею» [9].

В 2003 году британский инженер Роджер Шойер (Roger Shawyer) сконструировал движитель под названием «EmDrive». В замкнутом коническом резонаторе этого аппарата поддерживалось неоднородное электромагнитное поле, создаваемое обычным магнетроном [10]. В 2006 году его двигатель был представлен миру и во время демонстрации создал тягу 16 миллиньютон. Исследования в этом направлении получили государственную поддержку [11], однако критики до сих пор отрицают теоретическую часть работы и настаивают на том, что, согласно закону сохранения импульса, двигатель «EmDrive» работать не может.

В 2009-2010 годах китайская исследовательская группа из North Western Polytechnical University, Xi'an, China под руководством проф. Yang Juan построила аналог «EmDrive» и подтвердила, что тяга двигателя достигала 720 миллиньютон (~ 0,073 кгс) [12]. В 2016 г. этот двигатель был испытан в космосе на одном из спутников и доказал, что его тяги вполне достаточно, чтобы корректировать его орбиту.

В августе 2013 года на официальном сайте NASA появилось сообщение об испытаниях модели «корректирующего» космического двигателя «Canna Drive» американского изобретателя Гвидо Фетта (Guido Fett) [13]. В течение восьми дней группа исследователей из Космического Центра Джонсона в Хьюстоне (США) испытывала этот двигатель на различных режимах и убедилась в жизнеспособности идеи создания тяги за счёт направленного микроволнового излучения. Тестовые испытания показали, что уникальная конструкция микроволнового двигателя позволяет создавать тягу в 30-50 миллиньютон [14].

Наконец, в 2009, 2014 и 2018 годах в частной российской кампании «Квантон» был испытан двигатель российского ученого и изобретателя В.С. Леонова, названный им «квантовым» [15]. Принцип его работы и детали конструкции не разглашаются, однако аппарат при массе в 54 кг и потребляемой электрической мощности в 1 кВт создавал при испытаниях импульс вертикальной тяги более 100 Н/кВт), что более чем в 100 раз превышало показатели лучших жидкостных ракетных двигателей и обеспечивало взлёт вертикально по направляющим с ускорением в 10-12 g.

Несмотря на всё это подавляющее большинство физиков до сих пор исключает возможность создания такого рода «самодвижущихся» устройств, поскольку они нарушают «законы» механики Ньютона. В связи с этим возникает необходимость более глубокого изучения возникшего конфликта между классической механикой и экспериментом.

## 2. Обобщение закона сохранения энергии

Начала механики Ньютона постулировались в то время, когда еще не был установлен закон сохранения энергии. Поэтому нет ничего удивительного в том, что они не обладают той степенью общности, которая позволяет при исследовании реальных систем ограничиться только законами механики.

Понимание этого обстоятельства побудило нас к дальнейшему обобщению неравновесной термодинамики на системы, совершающие полезную работу. Такого рода единую теорию нестатических процессов переноса и преобразования энергии мы назвали для краткости «энергодинамикой» [16]. В её основу положено наиболее общее выражение закона сохранения энергии, предложенное Н. Умовым (1873) [17]:

$$dU/dt = - \int \nabla \cdot \mathbf{j}_e dV. \quad (1)$$

где  $\mathbf{j}_e$ , Вт м<sup>-2</sup> – плотность потока энергии через векторный элемент  $d\mathbf{f}$  замкнутой поверхности системы объёмом  $V$  в направлении внешней нормали  $\mathbf{n}$  (рис. 1).

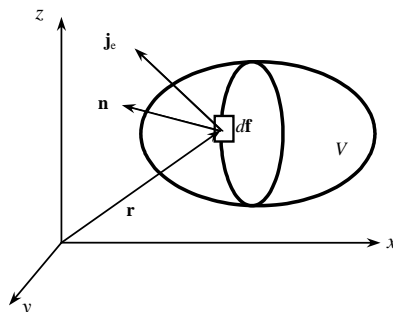


Рис. 1. Поток энергии через границы системы

В такой форме закон сохранения энергии учитывает кинетику реальных процессов и неравновесность системы, не делая при этом никаких предположений относительно её внутреннего строения. Поток энергии  $\mathbf{j}_e$  можно представить в виде суммы его составляющих по всем  $i$ -м формам энергии:  $\mathbf{j}_e = \sum_i \psi_i \mathbf{j}_i$ , выразив каждую из них произведением плотности потока энергоносителя  $\mathbf{j}_i$  на его потенциал  $\psi_i$ . Так, поток тепловой энергии может быть представлен произведением абсолютной температуры  $T$  на поток

энтропии  $\mathbf{j}_s$ , поток электрической энергии – произведением электрического потенциала  $\phi$  на поток электрического заряда  $\mathbf{j}_q$  (электрический ток); диффузионный поток энергии с  $k$ -м веществом – произведением его химического потенциала  $\mu_k$  на поток этого вещества  $\mathbf{j}_k$ , и т.д. Тогда после разложения дивергенции суммарного потока энергии  $\nabla \cdot \mathbf{j}_e = \sum_i \nabla \cdot (\psi_i \mathbf{j}_i)$  на составляющие  $\sum_i \psi_i \nabla \cdot \mathbf{j}_i + \sum_i \mathbf{j}_i \nabla \psi_i$  закон сохранения энергии (1) примет вид:

$$dU/dt = - \sum_i \int \psi_i \nabla \cdot \mathbf{j}_i dV - \sum_i \int \mathbf{j}_i \nabla \psi_i dV. \quad (2)$$

Если теперь вынести за знак интеграла некоторое среднее значение  $\Psi_i$  локального потенциала  $\psi_i$ , а также среднее значение  $\mathbf{X}_i$  градиента потенциала  $\nabla \psi_i$ , закон сохранения энергии можно выразить параметрами неравновесной системы как целого, как это принято в термодинамике:

$$dU/dt = \sum_i \Psi_i d\Theta_i/dt + \sum_i \mathbf{X}_i \cdot \mathbf{J}_i. \quad (3)$$

Легко видеть, что в равновесных процессах ( $\mathbf{X}_i = \nabla \psi_i = 0$ ;  $\Psi_i = \psi_i$ ) выражение (3) переходит в основное уравнение классической термодинамики поливариантных систем:

$$dU = \sum_i \Psi_i d\Theta_i, \quad (4)$$

в виде обобщенного соотношения Гиббса [18]. Как и в выражении (3), члены его правой части обусловлены исключительно переносом энергоносителя  $\Theta_i$  через границы системы в процессах теплообмена, массообмена, диффузии  $k$ -х веществ, совершении работы равномерного сжатия, ввода электрического заряда и т.д. Все процессы такого рода характеризуют перенос энергии в той же  $i$ -й форме, без её превращения.

Напротив, силы  $\mathbf{X}_i$  и потоки  $\mathbf{J}_i$  в выражении (3) являются дополнительными параметрами, отсутствовавшими в равновесной термодинамике. Чтобы убедиться в необходимости их введения для описания пространственно неоднородных (внутренне неравновесных) систем, достаточно сравнить положение центра какого-либо экстенсивного параметра  $\Theta_i$  (массы  $M$ , чисел молей  $k$ -х веществ или фаз  $N_k$ , энтропии  $S$ , заряда  $\Theta_e$ , импульса  $\mathbf{P}$ , его момента  $\mathbf{L}$  и т.п.) в равновесном  $\mathbf{R}_{i0}$  и неравновесном  $\mathbf{R}_i$  состояниях. Это положение определяется известными выражениями:

$$\mathbf{R}_{i0} = \Theta_i^{-1} \int \bar{\rho}_i \mathbf{r} dV; \quad \mathbf{R}_i = \Theta_i^{-1} \int \rho_i \mathbf{r} dV. \quad (5)$$

Отсюда непосредственно вытекает существование некоторого «момента распределения»  $\mathbf{Z}_i = \Theta_i (\mathbf{R}_i - \mathbf{R}_{i0})$ , характеризующего неоднородное состояние системы в целом. Нетрудно заметить, что потоки  $\mathbf{J}_i$  в выражении (3) определяются полной производной по времени от этих моментов:

$$\mathbf{J}_i = d\mathbf{Z}_i/dt = \Theta_i d\mathbf{R}_i/dt = \Theta_i \mathbf{v}_i \quad (6)$$

и имеют смысл импульса энергоносителя  $\Theta_i$ .

Таким образом, неоднородное распределение любого энергоносителя  $\Theta_i$  характеризуется смещением его центра на величину  $\Delta \mathbf{R}_i = \mathbf{R}_i - \mathbf{R}_{i0}$ , названную нами «вектором смещения». С его учётом состояние неравновесной системы характеризуется как минимум удвоенным (по сравнению с равновесными) числом переменных состояния:  $U = \sum_i U_i(\Theta_i, \Delta \mathbf{R}_i)^{1)}$ . В таком случае её полный дифференциал можно представить в виде тождества [16]:

$$dU \equiv \sum_i dU_i \equiv \sum_i \Psi_i d\Theta_i + \sum_i \mathbf{X}_i \cdot d\mathbf{Z}_i, \quad (7)$$

где  $\Psi_i \equiv (\partial U/\partial \Theta_i)$  – усреднённая величина обобщённого потенциала (абсолютной температуры  $T$  и давления  $p$ , химического  $\mu_k$ , электрического  $\phi$ , гравитационного  $\psi_g$  и др. потенциалов);  $\mathbf{X}_i \equiv (\partial U/\partial \mathbf{Z}_i)$  – термодинамическая сила как мера напряжённого состояния системы. Связь  $\mathbf{X}_i$  с силой  $\mathbf{F}_i$  в её общефизическом понимании легко установить, учитывая, что производная  $(\partial U/\partial \mathbf{Z}_i)$  находится в условиях постоянства  $\Theta_i$ . Тогда  $\mathbf{X}_i = (\partial U/\partial \mathbf{Z}_i) = \mathbf{F}_i/\Theta_i = \Theta_i^{-1} (dU_i/d\mathbf{R}_i)$ , т. е. имеет смысл удельной внутренней силы  $\mathbf{F}_i$ .

Таким образом, мы вновь приходим к уравнению (3), однако носящему теперь характер тождества. Из него следует, что в неравновесных системах появляется особая категория внутренних работ, элементарные количества которой<sup>2)</sup> определяются двояким образом:

$$dW_i = \mathbf{F}_i \cdot d\mathbf{R}_i = \mathbf{X}_i \cdot d\mathbf{Z}_i. \quad (8)$$

Эти виды работ фигурируют в механике, электродинамике и ряде других дисциплин, оперирующих понятием силы  $\mathbf{F}_i$  или  $\mathbf{X}_i$ . Они являются, как известно, количественными мерами процесса превращения энергии из одной формы в другую. Благодаря этому основное уравнение энергодинамики в форме (3) или (7) представляет собой объединение законов *сохранения* и *превращения* энергии. Последнее позволяет объединить термодинамику с механикой и заменить постулаты Ньютона, данные им как «определения», более общими следствиями закона сохранения и превращения энергии.

### 3. Обобщение законов механики с позиций энергодинамики

Механика первой из естественных наук достигла зрелости и потому заняла особое положение в ряду естественных наук. Её предмет исследования – движение макроскопических тел – является наиболее наглядным. Изучение механики обычно начинается с кинематики, которая рассматривает движение точки в пространстве и времени независимо от физических причин этого движения. Лишь затем

<sup>1)</sup> В более общем случае, когда учитывается скорость изменения  $\dot{\mathbf{Z}}_i$  моментов распределения и его поступательная, вращательная и колебательная составляющие, число степеней свободы системы соответственно увеличивается.

переходят к изучению динамики, выясняя, по какой причине и следуя каким законам возникает то или иное движение в различных условиях. При этом понятия координаты точки, ее траектории, скорости и ускорения вводятся «а priori», до введения понятий массы, силы и импульса.

На первый взгляд такое построение механики кажется вполне естественным. Однако, как справедливо заметил Л. де Бройль [19], в основе такого подхода лежит предположение о том, что результаты абстрактного кинематического рассмотрения можно без дополнительного анализа применять к реальному движению более сложных физических объектов. Такое предположение оправдывается далеко не всегда. Это обнаруживается при рассмотрении механики с более общих позиций энергодинамики [20].

В частности, в кинематике, как известно, допускалось движение, свободное от действия внешних сил. Отсюда - понятие инерциальной системы отсчета (ИСО), традиционно отождествляемой с прямолинейно и равномерно движущейся системой координат. Однако с переходом к изучению равномерно вращающихся тел ситуация изменилась, поскольку обнаружилась отсутствие при этом внешних сил. В этих условиях было бы логичным признать легитимным понятие «вращения по инерции», при котором внутренние центробежные и центростремительные силы скомпенсированы и потому не нарушают условий замкнутости вращающейся системы. Это позволяло распространить на вращательное движение принцип инерции (1-й закон Ньютона), согласно которому «любое материальное тело сохраняет состояние покоя или движения, пока и поскольку оно не принуждается какими-либо силами изменить это состояние» [21]. Одна этого, как известно, не последовало.

В свою очередь, учет вращения потребовал уточнения понятия ускоренного движения. Известно, что скорость  $\mathbf{v}$  какой-либо части (точки) твердого тела может быть разложена на поступательную скорость  $\mathbf{w}$  и угловую скорость его вращения  $\boldsymbol{\omega}$  вокруг мгновенного центра с радиус-вектором  $\mathbf{r}_0$ :

$$\mathbf{v} = \mathbf{w} + [\boldsymbol{\omega}\mathbf{r}_0]. \quad (9)$$

Это означает, что поступательная скорость тела  $\mathbf{w}$  и угловая скорость его вращения  $\boldsymbol{\omega}$  являются координатами двух независимых процессов. В таком случае требовал обобщения и 2-й постулат Ньютона [21] как закон силы, поскольку выражение  $\mathbf{F} = d\mathbf{P}/dt = M\mathbf{a}$  ограничивалось поступательным ускорением. Такое обобщение дается, в частности, уравнениями (3) и (7), из которых следует более общее определение силы:

$$\mathbf{F}_i = (\partial U/\partial \mathbf{R}_i) = dU_i/d\mathbf{R}_i. \quad (10)$$

Здесь  $U_i$  – парциальная энергия какой-либо  $i$ -й формы энергии (внутренней кинетической, тепловой, химической, электрической, гравитационной и т. п.);  $U = \sum_i U_i$ .

Далее, механика считала окружающее тела пространство однородным и пустым. Между тем ускорить тело или материальную точку, не изменяя их положения  $\mathbf{r} = \mathbf{r}(t)$  в пространстве, невозможно. В таком случае ускорение  $\mathbf{a} = \mathbf{a}(\mathbf{r}, t)$  определяется выражением:

$$\mathbf{a} = (\partial \mathbf{v}/\partial \mathbf{r})d\mathbf{r}/dt = \mathbf{v}\nabla \mathbf{v}. \quad (11)$$

Это означает, что пространство, в котором ускорение возможно в любой его точке, не может быть однородным ( $\nabla \mathbf{v} = 0$ ) и пустым ( $\rho = 0$ ). Последствия этого учтены ещё далеко не полностью.

Ещё одно уточнение связано с понятием внешних и внутренних сил. Обычно это понятие связывают с местом возникновения силы. При этом дальнедействующие силы  $\mathbf{F}_i$  определяют как производные от внешней энергии тела  $E$  по координате  $\mathbf{R}_i$  центра приложения силы  $\mathbf{F}_i = (\partial E/\partial \mathbf{R}_i)$ . Однако для изолированной или замкнутой системы  $E = U$ , так что все силы становятся внутренними. В этом случае имеет значение только наличие или отсутствие результирующей  $\mathbf{F} = \sum_i \mathbf{F}_i$ .

Иным выглядит и 3-й закон Ньютона [21], если его получить как следствие закона сохранения и превращения энергии (3) или (7). В частности, если рассматривать «расширенную» систему, состоящую из тела и окружающей его среды с энергиями  $U'$  и  $U''$ , и при этом различать активные силы  $\mathbf{F}_i' = (\partial U'/\partial \mathbf{R}_i')$  и силы реакции окружающей среды  $\mathbf{F}_i'' = (\partial U''/\partial \mathbf{R}_i'')$ , то при равенстве  $d\mathbf{R}_i'$  и  $d\mathbf{R}_i''$  имеет место и равенство сил действия  $\mathbf{F}_i'$  и противодействия  $\mathbf{F}_i''$  при любых виртуальных перемещениях  $d\mathbf{R}_i$  объекта их приложения:

$$\sum_i \mathbf{F}_i' = - \sum_i \mathbf{F}_i''. \quad (12)$$

Это равенство и является условием равновесия тела с окружающей средой, т.е. прекращения любых процессов энергообмена между ними. Однако из этого же равенства следует возникновение процесса превращения энергии, если  $d\mathbf{R}_i' \neq d\mathbf{R}_i''$ ,  $\mathbf{F}_i' \neq -\mathbf{F}_i''$ , несмотря на равенство результирующих  $\mathbf{F}' = \sum_i \mathbf{F}_i'$  и  $\mathbf{F}'' = \sum_i \mathbf{F}_i''$ . Тогда в системе происходит преобразование  $i$ -й формы энергии  $U_i$  в любую  $j$ -ю  $U_j$ . При этом 3-й закон Ньютона принимает вид

$$\mathbf{F}' = -\mathbf{F}'' = \sum_j \mathbf{F}_j. \quad (13)$$

Это обобщение 3-го закона Ньютона иллюстрируется рис.2, на котором гравитационной силе  $\mathbf{F}_g = \mathbf{F}'$  противопоставлен целый «веер» сил  $\mathbf{F}_j$ . Наличие таких «инородных» сил в какой-либо системе предопределяет «ветвление» траектории процесса преобразования энергии в пространстве переменных  $\Theta_j$ , что порождает необратимость особого рода. Она приводит к более общему пониманию необратимости как невозможности «вернуть всю природу в начальное состояние» [22].

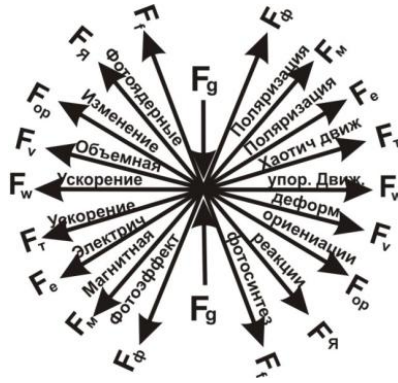


Рис. 2. Противодействующие силы

Такая необратимость возникает даже в том случае, когда механические силы консервативны (бездиссипативны) и допускают обращение во времени. Она обусловлена тем, что одновременно обратить знак всех сил, сохранив при этом и соотношение сил, невозможно хотя бы в связи с повторным ветвлением траектории от каждой такой «обращенной» силы. Такого рода необратимость свойственна вообще всем процессам, подчиняющимся причинно-следственным отношениям, поскольку следствие не может породить причину. Это диктует необходимость применения методов неравновесной термодинамики, учитывающей все виды необратимости, к любым фундаментальным дисциплинам, даже если они ограничиваются изучением консервативных систем. Неравновесная термодинамика (ТНП) [23, 24] и энергодинамика как её дальнейшее обобщение на системы, совершающие полезную работу [16], учитывают упомянутую необратимость записью уравнений релаксации системы в виде кинетических уравнений Онзагера:

$$\mathbf{J}_i = \sum_j L_{ij} \mathbf{X}_j, \quad (14)$$

где  $L_{ij}$  – феноменологические коэффициенты, учитывающие сопротивление  $j$ -х сил  $\mathbf{X}_j$  протеканию. Эти кинетические законы отражают «принцип взаимности», согласно которому скорость любого  $i$ -го процесса зависит от всех действующих в системе термодинамических сил  $\mathbf{X}_j$  как составляющих результирующей силы  $\mathbf{F}_i$ .

Таким образом, с позиций энергодинамики как физики реальных процессов все три закона Ньютона подлежат коррекции и обобщению. Это касается и закона тяготения Ньютона [25], который также получает теоретическое обоснование с позиций энергодинамики.

#### 4. Принцип взаимопревращения импульсов

Согласно (3), в изолированных системах ( $dU, d\Theta_i = 0$ ), тождество (7) переходит в закон сохранения энергии при энергопревращении:

$$\sum_i \mathbf{X}_i \cdot \mathbf{J}_i = 0. \quad (15)$$

Члены этого выражения характеризуют мощность процесса преобразования какой-либо  $i$ -й формы энергии в  $j$ -ю. Такое превращение может быть как полезным (целенаправленным), так и диссипативным (связанным с преодолением сил рассеяния). При этом с исчезновением силы  $\mathbf{X}_i$  обращается в нуль и импульс  $\mathbf{J}_i = \Theta_i \mathbf{v}_i$  энергоносителя  $\Theta_i$ , именуемый в ТНП его «поток». Следовательно, уравнение (15) отражает взаимопревращение не только энергии, но и импульсов. Это обстоятельство свидетельствует о несовместимости в общем случае закона сохранения механической энергии с законом сохранения импульса  $\mathbf{P} = M\mathbf{v}$  в замкнутых системах ( $\mathbf{F} = 0$ ). Эта несовместимость не раз становилась предметом дискуссий на научных форумах разного уровня, однако не получила объяснения. Между тем причина проста и состоит в том, что импульсы различных форм энергии в общем случае не сохраняются, как и сами энергоносители  $\Theta_i$ . Нагляднее всего это проявляется у энтропии, которая может возрастать в процессах диссипации в изолированных системах, и у чисел молей  $N_k$   $k$ -х веществ, изменяющихся в ходе химических реакций. Так же ведут себя и импульсы поступательного  $\mathbf{P}' = M\mathbf{w}$  и вращательного  $\mathbf{P}'' = M[\boldsymbol{\omega} \cdot \mathbf{r}_0]$  движения как составляющие импульса внутреннего движения в системе, которые могут превращаться друг в друга. Это и демонстрировали упомянутые выше инерциод Толчина и машина Дина. Отсутствие нарушений в них закона сохранения импульса стало бы очевидным и ранее, если бы импульс  $\mathbf{P}$  был разложен на две составляющие  $\mathbf{P}'$  и  $\mathbf{P}''$ , именуемый в механике Ньютона моментом количества движения  $\mathbf{L} = I_\omega \boldsymbol{\omega}$ , где  $I_\omega$  – момент инерции тела. В таком случае стало бы ясным, что во вращающихся системах 2-й закон Ньютона постулирует в действительности постоянство суммарного количества поступательного и вращательного движения:

$$M\mathbf{w} + I_\omega \boldsymbol{\omega} = \text{const}, \quad (16)$$

а не каждого из этих в отдельности. Это и является причиной нестыковки законов сохранения энергии и импульса в случае непрямого и неупругого удара.

Может показаться, что заключение о нарушении закона сохранения импульса в неравновесных системах находится в вопиющем противоречии с теоремой Нётер [26], согласно которой этот закон является следствием инвариантности физических законов и лагранжиана системы относительно преобразований системы отсчета. Однако не следует упускать из вида, что доказательство теоремы Нётер строится на ньютоновском понимании пространства как чего-то абсолютного, существующего независимо от заполняющей его материи и потому лишённого каких-либо физических свойств. Между тем, реальное пространство, заполненное материей, далеко не однородно и изотропно. Так, по имеющимся астрофизическим данным, плотность материи Вселенной колеблется от  $10^{-28}$  г/см<sup>3</sup> и менее в межгалактическом пространстве до  $10^{18}$  г/см<sup>3</sup> и более в белых карликах и нейтринных звёздах. Естественно, что гравитационное поле и кривизна такого пространства также неоднородны, так что смещение или поворот пространственных координат в нём означает, по существу, переход в новую область пространства с иными гравитационными силами. Поэтому первая теорема Нётер, как и классическая механика в целом, применима лишь к однородному материальному пространству. В общем же случае, как следует из второй теоремы Нётер, универсальных законов сохранения импульса и его момента, которые имели бы однозначный смысл в физически реальных (а не бесконечно малых) областях пространства, не существует [26].

Можно указать на еще одно серьёзное противоречие закона сохранения импульса, на которое ранее не обращали внимание. Речь идет о несовместимости этого закона с характером эволюции изолированных систем. Приложение этого закона к такой системе, как Вселенная, в предположении её однородности означало равенство нулю не только её в целом, но и любой ее части. Между тем астрономы постоянно наблюдают рождение и исчезновение больших и малых небесных тел, и их ускоренное поступательное и вращательное движение с очень высокими скоростями. Это означает, что внутренние источники импульса могут возникать в любой области пространства замкнутой и неподвижной в целом системы.

Таким образом, более общий подход с позиций энергодинамики обнаруживает возможность нарушения закон сохранения импульса механического движения в случае его превращения в другие формы энергии. Учёт этого обстоятельства открывает возможность самопроизвольного возникновения внутреннего относительного механического движения в неравновесных изолированных системах.

#### **5. Принципы работы альтернативных двигателей в космическом пространстве**

Классическая механика утверждает, что вызвать перемещение системы, на которую не действуют никакие внешние силы, невозможно. Иными словами, для движения такой системы ей необходимо «от чего-нибудь оттолкнуться». При этом часто ссылаются на реактивные двигатели, в которых такой «опорой» является струя вытекающих газов, или на эфир как на среду, обладающую ненулевой плотностью.

Поэтому специалисты НАСА, убедившиеся в возникновении тяги двигателей «EM-Drive» в условиях, когда его границы «ничто не покидает», оказались в очень затруднительном положении и были вынуждены огранчаться весьма туманными соображениями типа того, что это устройство «демонстрирует взаимодействие с квантовым вакуумом виртуальной плазмы» [17]. Несостоятельность таких «объяснений» заключается в том, что «физический вакуум» состоит из «виртуальных», а не реальных частиц от которых нельзя «оттолкнуться».

Между тем из самого понятия и выражения ускорения  $a = v \cdot \nabla v$  (10) недвусмысленно следует недопустимость концепции «пустого пространства», свободного от материи (вещества, субстанции) и неспособного оказывать сопротивление этому процессу. В зависимости от модельных представлений о свойствах этой среды её именовали эфиром, физическим вакуумом, полем, темной, небарионной, неструктурированной, первичной и т.п. материей). Однако решающую роль в этом вопросе играют астрофизические открытия последних лет [27, 28]. Из них следует, что не менее 95% массы Вселенной составляет невидимая (наблюдаемая) среда, не участвующая в электромагнитном взаимодействии, но обладающая гравитационной степенью свободы. Именно из неё путем «конденсации» образовались все формы видимого (барионного, структурированного) вещества Вселенной, начиная от атомов, молекул простейших газов, газо-пылевых облаков, малых и больших планет, звезд и их скоплений. Ввиду неудовлетворительности всех существующих моделей этой среды мы будем называть её просто космической средой, имея ввиду ее главное свойство быть первоосновой для образования из неё всех небесных тел. Такая среда является не только «всепроникающей»<sup>1)</sup>, но и непременным компонентом любого структурированного вещества Вселенной. Локальная неоднородность этой материальной среды обусловлена образованием в ней стоячих волн её плотности  $\rho$ . Как показано в [25], эта неоднородность связана с периодическим возвратно – поступательным смещением  $\Delta R_v$  массы волны  $M$ , что приводит к

---

<sup>1)</sup> Таким свойством по определению обладает любая материальная среда, из которой образуется структурированное вещество.

возникновению волн различной частоты  $\nu$  и амплитуды  $A_\nu = \Delta \mathbf{R}_\nu$ . Этот процесс породит не только гравитационные силы  $\mathbf{X}_g = c^2 \nabla \rho / \rho$ , но и импульс волны  $\mathbf{J}_\nu = M d\mathbf{R}_m / dt$ , а также силы инерции

$$\mathbf{X}_\nu = (\partial U / \partial \mathbf{Z}_\nu) = \nabla (A_\nu \nu), \text{ м с}^{-2}, \quad (17)$$

обусловленные изменением скорости смещения  $\mathbf{v}_\nu = d\mathbf{R}_m / dt$  от нуля в пучности волны до максимума в ее узлах.

Как и гравитационная сила  $\mathbf{X}_g = \nabla \psi_g$ , сила инерции  $\mathbf{X}_\nu$  определяется градиентом потенциала волны  $\psi_\nu = A_\nu \nu$  и зависит от кривизны её фронта [25]. Взаимодействие с этими силами и обеспечивает ту «опору», которая требуется законами Ньютона. Понимание этого обстоятельства облегчается, если движущееся устройство и окружающую его среду рассматривать как «расширенную» неоднородную систему. Такая система становится замкнутой (изолированной), если её взаимодействием с остальной частью Вселенной можно пренебречь. В таком случае все процессы и все силы, возникающие в такой системе, становятся внутренними, а движение системы предстает как процесс перераспределения массы внутри расширенной системы, изменяющий момент её распределения  $\mathbf{Z}_m = M \Delta \mathbf{R}_m$ . С позиций классической механики это выглядит как движение упомянутого средства со скоростью  $\mathbf{v} = d\mathbf{R}_m / dt$ .

С этих позиций становится очевидной ограниченность классической интерпретации понятия опоры как чего-то, находящегося за пределами транспортного средства. Поскольку изоляции от сил гравитации не существует, «опора» может находиться и внутри установки, замкнутой по отношению к другим полям, как это имеет место в двигателе Шойера. Иными словами, установку, замкнутую в отношении электромагнитных и иных сил, нельзя считать таковой по отношению к гравитационным силам.

Здесь и лежит разгадка возникновения тяги за счёт внутренних сил. В изолированных системах типа Вселенной в целом движение за счёт внутренних сил возможно, поскольку других сил в ней попросту нет. Понимание этого обстоятельства становится более полным, если в соответствии с тождеством (7) признать, что силовые поля  $\mathbf{X}_i$  возникают не благодаря наличию материальных носителей энергии  $\Theta_i$  (масс, зарядов, токов и т. п.), а вследствие их неоднородного распределения в пространстве. При этом «опорой» служат не внешние тела, а силы  $\mathbf{X}_i$  или  $\mathbf{F}_i$ , которые возникают в самой системе вследствие её неоднородности.

При этом процесс ускорения тела подчиняется тем же кинетическим законам (14), что и процессы переноса тепла, вещества и заряда. При этом поток  $\mathbf{J}_i$  приобретает смысл производной  $d\mathbf{P} / dt = M \mathbf{a}$ , а  $\mathbf{X}_j = \mathbf{F}_j / \Theta_j$  – смысл любой внутренней силы, действующей в системе:

$$d\mathbf{P} / dt = \sum_j (L_{ij} / \Theta_i) \mathbf{F}_j, \quad (18)$$

Нетрудно заметить, что это выражение переходит в ньютоновский закон силы, когда  $\mathbf{F} = \sum_j \mathbf{F}_j$  и  $L_{ij} / \Theta_i = 1$ . При этом сама форма кинетического закона (18) подсказывает, какого рода силы могут явиться источником ускорения системы. Если эта сила порождена неоднородным распределением в ней давления  $p$ , температуры  $T$  или химического потенциала  $k$ -го вещества  $\mu_k$ , сила  $\mathbf{F}_j$  имеет соответственно механическую, термическую и химическую природу и выражается градиентами давления  $\mathbf{X}_p = \nabla p$ , температуры  $\mathbf{X}_m = \nabla T$  или химического потенциала  $\mathbf{X}_\mu = \nabla \mu_k$ . Если  $\psi_i$  – это компоненты вектора скорости  $\mathbf{v}$  нейтральных частиц, то движущая сила имеет механическую природу и может быть представлена вектор-градиентом скорости  $\mathbf{X}_\nu = \nabla \mathbf{v}$ . Он как тензор 2-го ранга может быть разложен на симметрическую и антисимметрическую (вихревую) части, отвечающие за ускорение соответственно поступательного и вращательного движения. Таковы двигатели, работающие на основе инерцоидов и гироскопов. Если  $\psi_i$  – компоненты скорости электронов  $\mathbf{v}_e$ , упомянутые части тензора  $\mathbf{X}_e = \nabla \mathbf{v}_e$  описывают соответственно электрическое  $\mathbf{E}$  и магнитное  $\mathbf{B}$  поля. Таковы, в принципе, двигатели Леонова, Шойера, Сёрла и Брауна. Не противоречат законам физики и двигатели, создающие тягу за счёт сил  $\mathbf{X}_\nu$  направленного излучения.

Таким образом, согласно энергодинамике ускорение тел в гравитационном поле может быть осуществлено созданием внутри движителя результирующей  $\mathbf{F}_i$  сил различной природы. Это открывает широкие возможности для проектирования и создания систем космического транспорта на новых принципах перемещения [30].

## 6. Заключение

1. Существование значительного числа «самодвижущихся» устройств, демонстрирующих движение в отсутствие внешних сил, свидетельствует о серьёзном отставании теоретической физики и необходимости регулярной коррекции ее основ. Одним из путей преодоления этого отставания является применение единой теории реальных процессов переноса и преобразования различных форм энергии, названной нами для краткости «энергодинамикой».

2. Существующее деление сил, процессов и энергии на внешние и внутренние утрачивает эвристическую ценность с переходом к исследованию неоднородных систем и неоднородной окружающей среды. Это делает целесообразным рассмотрение в качестве объекта исследования расширенных систем, включающих всю совокупность участвующих в исследуемом процессе тел и полей, для которой все процессы и силы являются внутренними. Такой подход, принятый в энергодинамике, исключает какие бы то ни было сомнения в возможности движения за счёт внутренних сил.

3. Учёт кинетики и неравновесности реальных процессов позволяет совместить в основном уравнении энергодинамики законов сохранения и превращения энергии. Приложение этих законов к механике обнаруживает необходимость коррекции и обобщения всех трёх начал механики Ньютона и вытекающего из них закона сохранения импульса. Это требует замены этого закона принципом взаимопревратимости импульсов различных энергоносителей, допускающего их возникновение и исчезновение в замкнутых системах.

4. Одним из следствий закона сохранения и превращения энергии является признание неоднородности физического пространства как причины возникновения в нём силовых полей, ускорений и любых других процессов. Основным процессом, приводящим к возникновению локальной неоднородности, является волнообразование. Именно это приводит к появлению в космической среде сил гравитации и инерции, создающих благодаря их всепроникающему характеру «опору» для кажущихся «самодвижущимися» устройств, якобы нарушающих законы механики.

5. Обобщение понятия силы с позиций энергодинамики и учёт принципа взаимности в кинетических законах реальных процессов приводит к пониманию возможности создания движения за счёт любых внутренних сил при наличии их результирующей. Это открывает новые возможности создания установок длительного космического транспорта.

#### Список литературы

1. Дорфман Я.Г. Всемирная история физики. С древнейших времён до конца XVIII века. Изд. 3-е. М.: ЛКИ, 2010. 352 с. ISBN 978-5-382-01091-5.
2. Tajmar M. *Biefeld-Brown Effect*. // Journal of Aeronautics and Astronautics. 42, 2004. 315 DOI:10.2514/1.9095.
3. Толчин В.Н. Инерционид. Пермь, 1977.
4. Дубинский М.Г. Почему не может летать аппарат Дина. // Техника – молодёжи. № 3, 1963. С. 33.
5. Белецкий В.В., Гиверц М.Е. О движении пульсирующей системы в гравитационном поле. // Космические исследования. 5 (6), 1967.
6. Experimental Research of the Magnetic-Gravity Effects. Full Size SEG tests. // The SEG Solution, 2016.
7. Роцин В., Годин С. Экспериментальные исследования физических эффектов в динамической магнитной системе // Письма в ЖТФ. 24, 2000. С. 26–30.
8. Меньшиков В.А., Дедков В.К. Тайны тяготения. М. НИИ КС, 2007.
9. Газета «Аргументы и факты» от 08.10.2008.
10. Sawyer R.C. High Q Microwave Radiation Thruster. // UK Patent No GB2493361. Published Feb., 2013.
11. Sawyer R.C. Microwave propulsion – progress in the EmDrive programme” SPR Ltd UK. IAC-08-C4.4.7 Glasgow, 2008.
12. Yang Juan, Wang Yuquan et al. Net thrust measurement of propellantless microwave thrusters. // Acta Phys. Sin. Vol. 61. № 11, 2012).
13. Whit H. Eagleworks Laboratories: Warp Field Physics. // NASA Technical Reports Server, 4.08. 2013.
14. Brady D., White H.G., March et al. Anomalous Thrust Production from an RF Test Device Measured on a Low-Thrust Torsion Pendulum. // AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference; 50<sup>th</sup>. 28-30 Jul., 2014; Cleveland. U.S.A.
15. Леонов В.С. Патент РФ № 2185526 «Способ создания тяги в вакууме и полевой двигатель для космического корабля (варианты)». Бюл. № 20, 2002.
16. Эткин В.А. Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии). СПб.: «Наука», 2008, 409 с.
17. Умов Н.А. Избранные сочинения. М.-Л.: ГИТТЛ, 1950.
18. Базаров И.П. Термодинамика. Изд. 4-е. М.: Высшая школа, 1991.
19. Бройль Л. Революция в физике. (Новая физика и кванты). М.: Атомиздат, 1965.
20. Etkin V.A. Mechanics as a Consequence of Energodynamics. // The Papers of independent Authors Volume 43, 2018 1-18.
21. Ньютон И. Математические начала натуральной философии / Пер. с лат. А.Н. Крылова. Петроград, 1916.
22. Планк М. Термодинамика. Изд. 5-е. М.-Л.: ГИЗ, 1925.
23. Де Гроот С.Р., Мазур Р. Неравновесная термодинамика. М.: Мир, 1964. 456 с.
24. Дьярмати И. Неравновесная термодинамика. Теория поля и вариационные принципы. М.: Мир, 1974. 304 с.
25. Etkin V.A. The phenomenon of gravitational repulsion in the cosmic medium. // World Scientific News, 109, 2018. 167-179.
26. Noether E. Invariante Variationsprobleme, //Nachr. d. König. Gesellsch. d. Wiss. zu Göttingen, Math-phys. Klasse. 235–257, 1918.



27. *Clowe D. et al.* A Direct Empirical Proof of the Existence of Dark Matter.) // The Astrophysical Journal Letters. 2006. Vol. 648. № 2. P. L109–L113.
28. *Ade P.A.R. et al.* Planck 2013 results. I. Overview of products and scientific results. // Astronomy and Astrophysics, 1303: 5062.
29. *Эткин В.А.* О потенциале и движущей силе лучистого теплообмена. // Вестник Дома ученых Хайфы, 2010. Т. 20. С. 2-6.
30. *Etkin V.A.* Energodynamic Theory of the Shawyer's Engine. // Global Journal of Researches in Engineering: A Mechanical and Mechanics Engineering. Volume 18 (1), 2018, 28-32.