

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ ФИЗИКИ
(дополнение к докладу «Интеграция фундаментальных наук» на XII-м
Нобелевском конгрессе)

Валерий Эткин
etkin.v@mail.ru

1. Введение.

В истории науки нередки случаи, когда новая теория общезначимого характера вносит заметный вклад в существующую парадигму естествознания. Не составляет исключения и последняя из возникших в XX столетии теорий - термодинамика необратимых процессов (ТНП), становление которой сопровождалось присуждением двух Нобелевских премий (Л.Онзагер, 1968; И. Пригожин, 1977). Эта теория обогатила теоретическую мысль «принципом взаимности» реальных процессов, раскрывающим характер взаимосвязи нестатических процессов и иногда называемый «4-м началом ТД». Она расширила представления об эволюции, показав, что «порядок» может возникнуть из «хаоса», и предложила метод исследования и объяснения явлений, возникающих на стыках фундаментальных дисциплин. Наконец, она вернула в термодинамику понятие силы, что резко повысило её способность объяснять явления. Поэтому появление ТНП сулило усиление термодинамических тенденций в теоретической физике. Однако эта теория с самого начала ограничилась изучением релаксационных процессов и исключила из рассмотрения обратимую составляющую реальных процессов. Между тем именно эта составляющая, связанная с совершением полезной работы, в первую очередь интересует энергетиков, технологов, биоэнергетиков и космологов. Этот недостаток ТНП был устранён в нашей докторской диссертации «Синтез и новые приложения теорий переноса и преобразования энергии» (М., МЭИ, 1998) [1] и в основанных на ней монографиях «Термокинетика» (1989) [2] и «Энергодинамика» (2008) [3]. Первая из них дала новое, свободное от постулатов и соображений статистико-механического характера обоснование основных положений ТНП, и потому была рекомендована Минвузом в качестве учебного пособия для вузов. Вторая распространила термокинетический метод на нетепловые формы энергии и нетепловые машины, и была удостоена медали Лейбница Европейской академии естественных наук (ЕАЕН).

В докладе кратко освещаются методологические особенности энергодинамики и тот вклад в парадигму естествознания, который даёт применение методов неравновесной термодинамики благодаря ряду её нетривиальных следствий.

2. Несистемность как причина кризиса теоретической физики

О существующем «кризисе непонимания» современной теоретической физики написано уже множество статей. В них называется несколько причин отсутствия прогресса в этом направлении. Одной из главных и общих причин такого положения нам видится отсутствие системного подхода к объекту исследования. Основной чертой системного подхода является рассмотрение объекта исследования от *общего к частному и от целого к части* с сохранением всех *системных связей* (т. е. свойств, присущих только ей в целом и отсутствующих в её частях). Реализации такого подхода препятствует, однако, то обстоятельство, что в реальных, неоднородных системах параметры изменяются как вследствие *внешнего энергообмена*, так и в результате *внутренних релаксационных*

процессов. Таковы в принципе все так называемые *эмерджентные* свойства вещества, возникающие в процессе эволюции и исчезающие при инволюции, в т. ч. числа молей N_k k -х элементов и их соединений, их энтропия S_k и импульсы $P_k = N_k v_k$. Это *исключает* возможность расчёта энергообмена системы с окружающей средой по изменению параметров системы.

Чтобы обойти эту трудность, механика сплошных сред, гидродинамика и аэродинамика разбивают объект исследования на бесконечное число условно однородных элементов объёма dV в надежде, что так называемые «системообразующие свойства», заведомо отсутствующие в этих элементах, удастся восстановить с помощью «подходящих интегралов». Осознание невозможности этого для неаддитивных свойств и явилось причиной «самого большого и самого глубокого потрясения, которое испытала физика со времён Ньютона» (А. Пуанкаре).

Не лучшим образом обстоят дела и в других фундаментальных дисциплинах. Классическая механика Ньютона заведомо исключает из рассмотрения внутренние процессы, оперируя понятием материальной точки. Классическая термодинамика с этой же целью ограничивается рассмотрением равновесных (квазистатических) процессов. Физика микромира и КМ вообще лишают «элементарные» частицы внутренней структуры и пространственной протяжённости, приписывая каждое новое свойство новой частице. Этот путь уже привёл к открытию нескольких сотен так называемых «виртуальных» частиц, рождение и исчезновение которых происходит вне времени и не поддаётся описанию существующими средствами. Результатом всего этого явилась *утрата системообразующих связей* и обусловленный этим «кризис понимания», который охватил уже всю теоретическую физику. Дошло до того, что «современная физика не знает, *что такое энергия*» (Фейнман).

3. Методологические преимущества термодинамики (ТД) и энергодинамики

Пятидесятилетний опыт изучения и преподавания термодинамики позволяет мне выделить и обозначить следующие достоинства термодинамического метода:

3.1. Отказ ТД от использования *модельных представлений о микроструктуре вещества и механизме процессов*. ЭД дополняет этот принцип отказом и *от гипотез и постулатов* в основаниях теории (в отличие от ТНП, допуская их применение лишь на заключительной стадии исследования конкретной системы).

3.2. *Исследование систем как целого*. В ТД это достигалось благодаря равновесию, в ЭД – рассмотрению в качестве объекта исследования изолированных систем вплоть до *Вселенной в целом* как всей совокупности взаимодействующих (взаимно движущихся) материальных объектов. Именно для таких систем и были сформулированы все законы сохранения. В изолированных системах все процессы и вся энергия U являются внутренними, а понятия внешних полей и внешней энергии E , её переноса через границы системы, внешней работы - излишними.

3.3. *Дедуктивный метод исследования* (от общего к частному) и *феноменологический* (основанный только на опыте) характер теории. Построение ТД и ЭД на базе принципов общезначимого, а не частного характера.

3.4. *Использование абсолютных от систем отсчёта (АСО)*. В ТД все аргументы внутренней энергии U температура T , давление p , энтропия S и т. п. измеряются в АСО. В ЭД пространство также неподвижно и не участвует в процессах, т.е. *абсолютно*. Поэтому ЭД, как и ТД является «*теорией абсолютности*».

3.5. Максимально возможная детализация закона сохранения энергии. В ТД $dU = TdS - pdV$, в ЭД – фигурирует множество параметров всех возможных категорий процессов.

3.6. Логико-математический путь получения всех следствий закона сохранения энергии (ЗСЭ), которые до применения индивидуальных условий однозначности имеют, как и в ТД, статус *непреложных истин*.

Всё это делает энергодинамику «*пробным камнем*» любой теории, построенной на основе гипотез и постулатов. В настоящем докладе мы затронем те из них, что являются непосредственным следствием предложенной энергодинамикой развёрнутой формы закона сохранения энергии.

4. Энергодинамическая форма закона сохранения энергии

Согласно господствующей концепции близкодействия, энергия не просто исчезает в одних точках пространства и возникает в других, а переносится через границы системы. Это отражает закон сохранения энергии в форме, предложенной российским учёным Н. Умовым (1873):

$$dU/dt = \int \mathbf{j}_u d\mathbf{f} = - \int \nabla \cdot \mathbf{j}_u dV, \quad (1)$$

где U – внутренняя энергия системы, Дж; \mathbf{j}_u , Вт м⁻² – плотность её потока через векторный элемент $d\mathbf{f}$ замкнутой поверхности неподвижной системы неизменного объёма V в направлении внешней нормали \mathbf{n} (рис.1).

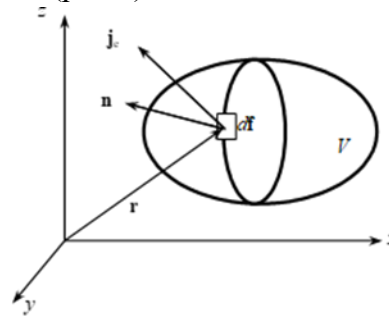


Рис. 1. Поток энергии через границы системы.

Такая форма закона сохранения энергии учитывает *кинетику* реальных процессов, не делая при этом никаких предположений относительно *внутреннего строения* системы и *механизма* переноса энергии. При этом суммарный поток \mathbf{j}_u складывается из потоков \mathbf{j}_{ui} , осуществляемых путем теплопроводности, электропроводности, диффузии и т. п. Каждый из них выражается произведением потенциала ψ_i (удельной энергии i -го рода U_i) на поток энергоносителя \mathbf{j}_i , т. е. $\mathbf{j}_{ui} = \psi_i \mathbf{j}_i = \psi_i \rho_i \mathbf{v}_i$, где $\rho_i = d\Theta_i/dV$ – его плотность; \mathbf{v}_i – скорость его переноса. Тогда

$$\mathbf{j}_u = \sum \mathbf{j}_{ui} = \sum \psi_i \mathbf{j}_i, \quad (2)$$

и после разложения $\nabla \cdot (\psi_i \mathbf{j}_i)$ на составляющие $\sum \psi_i \nabla \cdot \mathbf{j}_i + \sum \mathbf{j}_i \cdot \nabla \psi_i$, а скорости \mathbf{v}_i – на поступательную \mathbf{w}_i и вращательную $\mathbf{u}_i = \mathbf{R}_i \times \boldsymbol{\omega}_i$, ЗСЭ примет вид (для системы единичного объёма) [4]:

$$dU/dt + \sum \psi_i J_i + \sum \mathbf{F}_i \cdot \mathbf{w}_i + \sum \mathbf{M}_i \cdot \boldsymbol{\omega}_i = 0 \text{ (Вт)}. \quad (3)$$

Здесь $J_i = \int \nabla \cdot \mathbf{j}_i dV$ – скалярный поток энергоносителя Θ_i через границы; $\mathbf{F}_i = \Theta_i \nabla \psi_i$; $\mathbf{M}_i \equiv \mathbf{F}_i \times \mathbf{R}_i$ – силы и их моменты; $i = 1, 2, \dots, n$ – целочисленное множество независимых энергоносителей.

Уравнение (2) учитывает 3 категории процессов: *ввода, перераспределения и переориентации* энергоносителя и потому содержит *утроенное число* членов в сравнении с основанной на гипотезе локального равновесия ТНП, где $dU/dt + \sum_i \psi_i J_i = 0$. Это делает его наиболее полным (на сегодняшний день). Всё остальное – его логико-математические следствия.

5. Вклад энергодинамики в термодинамику

С более общих позиций энергодинамики классическая термодинамика предстаёт как полустолетней давности теория с целым рядом условностей и неизбежным багажом в виде идеальных циклов и идеальных газов в качестве их рабочих тел. Энергодинамика вносит в неё существенные коррективы [5]:

5.1. Устранены *паралогизмы термодинамики*, возникшие в результате её необоснованной экстраполяции за пределы справедливости исходных принципов (см. монографию «Паралогизмы термодинамики»).

5.2. Доказана необходимость *отказа от построения ТД на основе постулатов («начал»)*, в т. ч. от *общего начала о неизбежном установлении равновесия* в макросистемах. Во Вселенной этой тенденции *нет*.

5.3. Обоснована необходимость вернуть энергии её *изначальный смысл* меры движения (*явного и скрытого*), включая внутреннюю энергию неупорядоченного колебательного движения относительно среднего положения.

5.4. Доказан *«принцип соответствия»*, согласно к-рому число аргументов Θ_i энергии U равно числу независимых процессов в системе, что устраняет **неопределённость** понятия энергии как функции состояния.

5.5. Доказан *«принцип противонаправленности»* неравновесных процессов, отражающий диалектический закон *«единства и борьбы противоположностей»*.

5.6. Доказана необходимость введения *дополнительных параметров* неравновесности $Z_i = \Theta_i \Delta r_i$ (моментов распределения энергоносителя Θ_i с плечом Δr_i – вектором их смещения от равновесного положения).

5.7. Дано независимое от (1) *аксиоматическое обоснование ЗСЭ*, усиливающее его до тождества:

$$dU \equiv \sum_i \psi_i d\Theta_i + \sum_i \mathbf{F}_i \cdot d\mathbf{r}_i + \sum_i \mathbf{M}_i \cdot d\boldsymbol{\varphi}_i, \quad (4)$$

где $\psi_i \equiv T, p, \mu_k, v_k$, - обобщённые потенциалы; $\mathbf{F}_i, \mathbf{M}_i$ – обобщённые силы и их моменты; $\boldsymbol{\varphi}_i$ – эйлеровы углы вектора \mathbf{r}_i .

Введение недостающих переменных решает *проблему термодинамических неравенств*

$$TdS > dU + pdV \quad (5)$$

5.8. Обосновано деление энергии U и работы W на *упорядоченную* и *неупорядоченную* и доказан *принцип взаимности* превращений упорядоченной энергии:

$$\mathbf{J}_i / \mathbf{F}_j = \mathbf{J}_j / \mathbf{F}_i, \quad (6)$$

устанавливающий взаимосвязь явлений.

5.9. Дано беспостулативное *обоснование основных* положений теории ТНП и предложен *более простой и общий метод исследования явлений* на стыках фундаментальных дисциплин.

5.10. Предложены *неэнтропийные критерии эволюции и инволюции* систем по каждой степени их свободы:

$$X_i, Z_i > 0 - \text{эволюция}; X_i, Z_i < 0 - \text{инволюция (деградация)} \quad (7)$$

5.11. Дано доказательство *единства процессов преобразования любых форм энергии* и предложена *теория подобия* энергоустановок (тепловых и нетепловых, циклических и нециклических, прямых и обратных).

5.12. Дан беспостулативный *вывод закона излучения Планка*, в котором вместо постоянной h фигурирует средний импульс волны АЧТ как функция её энергии ε_ν :

$$\rho_\nu = (8\pi\nu^2/c^3\varepsilon_\nu)/[\exp(\varepsilon_\nu/kT)-1]. \quad (8)$$

Это стимулирует переход от КМ к волновой механике, изучающей *частицеподобные свойства волн*, а не волновые свойства частиц.

6. Вклад энергодинамики в механику

Механика первой из фундаментальных дисциплин получила развитие благодаря простоте изучаемых явлений. Однако именно поэтому она чаще других подвергалась обобщениям при рассмотрении более сложных систем и видов взаимодействия. Особенно существенными из них оказались те, что связаны с учётом необратимости реальных процессов [6]:

6.1. *Обобщение 1-го закона Ньютона* на вращательное движение «всякое тело сохраняет состояние своего движения или покоя, если оно не принуждается какими-либо силами или их моментами изменить его».

6.2. *Обобщение 2-го закона Ньютона*: любые силы – градиенты парциальной энергии

$$\mathbf{F}_i \equiv \partial(Mv^2/2)/\partial\mathbf{r} = \mathbf{P}\cdot\nabla v. \quad (9)$$

6.3. *Обобщение 3-го закона Ньютона* на случай противодействия множества «чужеродных» сил

$$6.4. \mathbf{F}_j; \mathbf{F}_i = -\sum_j \mathbf{F}_j \text{ (всея сил)}. \quad (10)$$

6.4. *Коррекция 2-го з-на Ньютона* с учётом КПД $\eta_{ji} = \mathbf{F}_j/\mathbf{F}_i$. $\rightarrow \mathbf{F}_w/M = a = (\mathbf{F}_i/M)\eta_{ji} = var$ и при $\mathbf{F}_i/M = const$:

$$d\mathbf{P}/dt = \eta_{ji} \mathbf{F} \quad (11)$$

(независимость массы от скорости). Учёт этого обстоятельства проливает новый свет на проблему релятивистского возрастания массы со скоростью

6.5. *Коррекция закона тяготения Ньютона* с учётом близкодействия. Из принципа эквивалентности массы и энергии следует, что $U_g = Mc^2$ и $\rho_g = c^2\rho$, Дж/м³ $\rightarrow \nabla\rho_g = c^2\nabla\rho = \rho\mathbf{g}$. Отсюда: $\mathbf{g} < 0$ при $\nabla\rho < 0$ (отталкивание); $\mathbf{g} > 0$ при $\nabla\rho > 0$ (тяготение)

$$\mathbf{g} = c^2\nabla\rho/\rho, \quad (12)$$

6.6. *Существование гравитационного равновесия* при $\nabla\rho = 0$. *Примеры: устойчивость атомов, явление либрации, распределение звёзд в галактиках.*

6.7. *Предсказание существования нового вида взаимодействия* и создания тяги при $\boldsymbol{\omega} = \boldsymbol{\omega}(\mathbf{r})$:

$$\mathbf{F}_\omega \equiv -\partial(I_\omega\omega^2/2)/\partial\mathbf{r} = I_\omega\omega\nabla\omega \text{ (гироскопическая тяга)} \quad (13)$$

6.8. *Доказательство принципа взаимопревращения импульсов*, в т.ч. поступательного и вращательного движения.

$$d\mathbf{P}/dt = Mdw/dt + I_\omega d\boldsymbol{\omega}/dt = const, \quad (14)$$

где I_ω – момент инерции тела. $\rightarrow Mdw/dt = -I_\omega d\boldsymbol{\omega}/dt$. *Тем самым обоснована реальность инерцидов Толчина и электромагнитных движителей Шойера.*

6.9. Установлена *волновая природа скрытого движения*. Из выражения полного дифференциала $d\rho(\mathbf{r},t)/dt = (\partial\rho/\partial t)_r + (\mathbf{v}\cdot\nabla)\rho$ следует так называемое *кинематическое*

уравнение волны (первого порядка), описывающее затухающую волну, исходящую от источника:

$$(\partial\rho/\partial r) + v^{-1}(\partial\rho/\partial t) = f(\mathbf{r}, t). \quad (15)$$

6.10. *Обоснование принципа наименьшего действия* Мопертьюи $\int E^k dt = \min$ из общих критериев инволюции. Согласно им, $dZ_i < 0$, в т. ч. $\mathbf{J}_w = dZ_w/dt = dMv/dt < 0$. $\mathbf{J}_w \rightarrow \min$, т.е.

$$\mathbf{Z}_w = \int \mathbf{J}_w dt = \min. \quad (16)$$

Вывод: реальная траектория движения системы тел соответствует минимальному удалению от равновесия.

7. Вклад энергодинамики в электродинамику.

Не менее значительны коррективы, вносимые в электродинамику [7]:

7.1. Дан непосредственный вывод *близкодействующей формы закона Кулона* из 3-на сохранения энергии: если ϕ – эл. потенциал; ρ_e – плотность эл. заряда любого знака, то $\mathbf{F}_e = \rho_e \mathbf{X}_e = \phi \nabla \rho_e$; $\mathbf{E} = \mathbf{F}_e / \rho_e = \nabla \phi$.

7.2. Предсказано существование сил *притяжения и отталкивания* у зарядов одного и того же знака в зависимости от знака $\nabla \rho_e$, что ведёт к отрицанию необходимости зарядов двух знаков.

7.3. Предсказано существования *электростатического равновесия*, удовлетворяющего условию $\nabla \rho_e = 0$, что ведёт к новому объяснению устойчивости атома в отсутствие баланса электронов и позитронов.

7.4. Обосновано существование наряду с эл. потока смещения $\mathbf{J}_e^c = qv_e$ его магнитного аналога $\mathbf{J}_m^c = dZ_m/dt = d\mathbf{B}/dt$. Тем самым дополнена та пара уравнений Максвелла, которая касается источников векторов индукции \mathbf{D} и \mathbf{B} .

7.5. На основании *принципа взаимности* дан вывод уравнений Максвелла, и предложена альтернатива им:

$$\mathbf{J}_m^c / \mathbf{E} = - \mathbf{J}_e^c / \mathbf{B}. \quad (17)$$

7.6. Основываясь на векторной природе энергоносителя $\mathbf{P}_m = qv_e$ и потенциала $v_e = (\partial U / \partial \mathbf{P}_m)$, предсказано существование двух составляющих магнитного поля $\mathbf{X}_m = \nabla v_e$: вихревой $\mathbf{B} = \text{rot} v_e$ и безвихревой (продольной) составляющей $\mathbf{H} = \text{div} v_e$, выражаемых вращательной и поступательной скоростью заряда ω_e и w_e . Тем самым утверждается *реальность продольных магнитных сил Николаева* и его двигателя «Сиирский Коля».

7.7. На том же основании установлен *смысл векторного магнитного потенциала A* как функции угловой скорости заряда ω_e .

7.8. Найдены *три вида работ, совершаемых движущимся зарядом*:

$$dW_e'/dt = \phi J_e \text{ (ввода 3-да);} \quad (18)$$

$$dW_e''/dt = \mathbf{X}_e \cdot d\mathbf{Z}_e/dt = \mathbf{E} \cdot \mathbf{J}_e \text{ (переноса 3-да);} \quad (19)$$

$$dW_e'''/dt = \mathbf{M}_m \cdot \omega_e \text{ (вращение 3-да).} \quad (20)$$

7.9. На основе выражения dW_e'''/dt дано *беспостулативное введение силы Лоренца*: $dZ_m = qv_e \times dr_m$. Тогда $\mathbf{M}_m = (\mathbf{F}_l \times R_m) = q(v_e \times \mathbf{B}) \times R_m$, $\mathbf{F}_l = q(v_e \times \mathbf{B})$ – сила Лоренца, момент которой и совершает работу вращения рамки. Тем самым опровергнуто утверждение о *неспособности сил Лоренца совершать работу* (Л. Ландау).

8. Вклад энергодинамики в космологию

Особенно заметны коррективы мировоззренческого характера, вносимые энегодинамикой как теорией абсолютности при изучении Вселенной как целого [8]. При этом:

8.1. Обосновано преобладание во вселенной колебательной формы движения и неисчерпаемых запасов её «*гравикинетической энергии*». Именно она является наиболее вероятным источником энергии для синтеза в ней во вселенной барионного (структурированного) вещества, начиная от ядер химических элементов до звёзд и галактик; «топливом» звёзд и основой бестопливной энергетики будущего.

8.2. На основе закона сохранения энергии предложена теория гравитационного взаимодействия, согласно которой гравитация (то есть поле $\mathbf{F}_g(\mathbf{r}) = \partial U/\partial \mathbf{r}$) порождено неоднородным распределением плотности $\rho = dM/dV$ материи Вселенной (от $\rho \sim 10^{-29}$ в «войдах» до $\rho \sim 10^{19}$ г см⁻³ в «белых карликах»).

8.3. На основе близкодействующего варианта законы сохранения Ньютона $\mathbf{g} = c^2 \nabla \rho / \rho$ показано отсутствие необходимости во введении новой сущности - «тёмной энергии».

8.4. Предсказано существование «*сильной гравитации*», с потенциалом $\Psi_g(\mathbf{r}) = \partial U/\partial M = c^2$, что на много порядков превышает ньютоновский потенциал тяготения $\psi_g(\mathbf{r}) = GM/r$. На малых расстояниях её сила $\mathbf{F}_g(\mathbf{r}) = \nabla \Psi_g(\mathbf{r})$ не уступает ядерным, что сулит стирание граней между 4 известными видами взаимодействия.

8.6. Обосновано существование *гравитационного равновесия* ($\nabla \rho = 0$), что подтверждается явлением *либрации* и объясняет устойчивость структур, начиная от атомов и до скоплений галактик (см. рис.3).

8.7. Предложена *гравиакустическая* теория света, в которой электромагнитная и другие составляющие занимают лишь часть диапазона излучений, и различаются способом экранирования. Тем самым объясняется существование глубоко проникающих и биологических активных излучений неэлектромагнитной природы и отсутствие у оптических излучений магнитных свойств.

8.8. Предложена энергодинамическая теория эволюции вселенной, утверждающая локальный характер коллапса звёзд и галактик, и последующего «взрыва сверхновых», «большого взрыва» и «большого разрыва». Теория предсказывает предшествующее появление черных дыр и планет, и допускает неограниченное во времени существование Вселенной.

Подводя итог, следует подчеркнуть, что большая часть следствий энергодинамики уже подтверждена экспериментально, что отражено в приводимой ниже литературе. Другая, менее значительная часть прогнозов энергодинамики, ждёт своего подтверждения.

Литература

1. *Эткин В.А.* Синтез и новые приложения теорий переноса и преобразования энергии: Дисс. ... доктора технических наук: 05.14.05 - Теоретические основы теплотехники. М., МЭИ, 1998. – 213 с.;
2. *Эткин В.А.* Термокинетика (термодинамика неравновесных процессов переноса и преобразования энергии. Тольятти, 1999, 228 с. ; Etkin V. Thermokinetics (Synthesis of Heat Engineering Theoretical Grounds).- Naifa, 2010. – 334 p.;

3. *Эткин В.А* Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии) – СПб.; «Наука», 2008.- 409 с.; *Etkin V.* Energodynamics (Thermodynamic Fundamentals of Synergetics).- New York, 2011.- 480 p.
4. *Эткин В.А.* Об основном уравнении неравновесной термодинамики. //Журн. физ. Химии, 62(8).1988. 246-2249.
5. *Эткин В.А.* Термокинетика как метод исследования неравновесных процессов. //Доклады независимых авторов. 45(2019).155-167; *Etkin V.* New methodological principles of non-equilibrium thermodynamics. // Доклады независимых авторов. 2016. – Вып. 37. P.72-76.
6. *Эткин В.А.* Обобщение принципов механики. //Доклады независимых авторов 27(2014). 178-201; *Etkin VA.* Mechanics as a Consequence of Energodynamics. //The Papers of independent Authors 43(2018).1-18.
7. *Эткин В.А.* Коррекция электродинамики с позиций энергодинамики. // Доклады независимых авторов. 34(2015). 193-208; *Etkin V. A.* Correction of Electrodynamics. //Journal of Applied Physics (IOSR-JAP), 9(5). 2017. 71-75 DOI: 10.9790/4861-0905037175 .
8. *Эткин В.А.* Энергодинамическая теория гравитации. // Norwegian Journal of development of the International Science, 27(1),2019.51-59; *Etkin VA.* Energodynamic theory of gravitation. // Aeronautics and Aerospace Open Access Journal, 2019;3(1):40–44. DOI: 10.15406/aaaj.2019.03.00079.