

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ЭНЕРГОДИНАМИКИ

Д.т.н., проф. В Эткин

В статье обосновывается необходимость отказа от построения естественнонаучных теорий на основе гипотез, постулатов и модельных представлений о структуре материи и микроскопическом механизме исследуемых процессов. Доказывается ряд теорем, позволяющих сформулировать исходные принципы энергодинамики как дедуктивной теории процессов переноса и преобразования любых форм энергии, в которой все упомянутые выше соображения используются лишь в качестве условий однозначности при её приложении к решению конкретных задач, что позволяет придать её следствиям статус непреложных истин. Предложена единая теория мощности реальных процессов, реализующая эти принципы.

1. Введение

Господствующее направление развития естествознания, именуемое «майнстримом», допускает использование гипотез, постулатов и модельных представлений в основаниях новых теорий. В результате происходит лавинообразное накопление положений, требующих экспериментальной проверки. Отсутствие международных структур, призванных координировать эту работу и осуществлять столь необходимый периодический пересмотр и переосмысление основ естествознания порождает попытки исследователей уложить новые опытные факты и концепции в рамки ставших привычными теорий с помощью дополнительных гипотез и постулатов.

Нежелание исследователей лишиться на неопределённый срок привычной опоры приводит к крайне болезненному восприятию ими любых (в том числе и конструктивных) попыток изменить что-либо в самом фундаменте естествознания. Из престижных журналов исчезли разделы для дискуссий. Статьи, высказывающие отличное от «официального» мнение, не только не публикуются, но и не доходят до рецензентов.

Наступил «кризис понимания» [1]. Стало более предпочтительным, по образному выражению Р. Фейнмана, «угадывать уравнения, не обращая внимания на физические модели или физическое объяснение» того или иного явления [2]. Учёные уже не ставят задачей понимание причинно-следственных связей в проявлениях тех или иных явлений. Они перестали тяготиться тем, что их теории не проясняют реальности: объяснение явлений перестало быть основной функцией науки.

В этих условиях, как грибы после дождя, рождаются эффектные «теории всего», утверждающе возможность двигаться вспять во времени, извлекать энергию из «физической» пустоты, мгновенно перемещаться в пространстве, переходить через «кротовые норы» в параллельные миры и т. п. Такие теории будоражат воображение и богаты на сенсации. Однако от них бессмысленно ждать практической отдачи, поскольку объекты их фантазии находятся далеко за пределами современных возможностей их обнаружения и изучения.

Создавшееся положение вынуждает обратить более серьёзное внимание на принципы построения теорий. В этом отношении весьма примечательно их деление А. Эйнштейном на *теории принципов* и *конструктивные теории* [3]. По Эйнштейну, теория принципов устанавливает систему взглядов, что делает возможным описание достаточно широкого круга явлений природы. Она устанавливает ту понятийную систему, на языке которой предстоит описывать как природные, так и технологические процессы. Поэтому она должна быть универсальной и применимой к весьма разнообразным явлениям. Свою теорию относительности, как и классическую термодинамику, он относил именно к разряду таких теорий.

Конструктивные же теории, по Эйнштейну, призваны описывать отдельные классы явлений в терминах специфических моделей или уравнений. Они могут базироваться на моделях, гипотезах и постулатах, но в конечном счёте должны быть встроены в контекст

теории принципов. Такова, в частности, механика Ньютона, под «законами» которой понимаются по сути данные им «определения» [4]. Такова же и электродинамика, постулировавшая существование электромагнитного поля, электромагнитных волн и токов смещения в нем. Не составляют исключения квантовая механика (КМ) и теории относительности (ТО), исходные принципы которых не только не очевидны, но и взаимоисключимы [1]. Тем не менее они по-прежнему рассматриваются как единая основа теоретической физики.

В этих условиях «Энергодинамика» как теория мощности реальных процессов [5] выглядит одиноким островком в океане. Она отличается от всех других научных дисциплин тем, что базируется не на гипотезах, постулатах или модельных представлениях, а на ряде легко доказуемых теорем, сформулированных в виде её принципов. Основными из них являются:

2. Принцип причинности.

Согласно этому принципу, причиной любых микро-макро и мегапроцессов является внутренняя неравновесность объекта исследования (системы), т. е. её пространственная неоднородность. То обстоятельство, что в пространственно однородной системе никакие процессы в принципе невозможны, легко доказывается следующей теоремой. В сплошной среде, где существует предел отношения изменения любого экстенсивного параметра состояния системы Θ_i (её энергии E , массы M , числа молей k -х веществ N_k , энтропии S , электрического заряда Q_e , импульса P , его момента L и т. п.) к занимаемому ею объёму V , именуемому их плотностью $\rho_i = d\Theta_i/dV$, его величина может быть представлена как интегралом $\Theta_i = \int \rho_i dV$, так и произведением средней плотности $\bar{\rho}_i$ и объёма системы $\Theta_i = \bar{\rho}_i V = \int \bar{\rho}_i dV$. Отсюда следует, что её изменение во времени t подчинено условию:

$$\int [(d(\rho_i - \bar{\rho}_i)/dt)]dV = 0. \quad (1)$$

Поскольку под процессом понимается изменение каких-либо экстенсивных свойств объекта исследования (системы), выраженных параметрами Θ_i или их плотностью ρ_i (т. е. когда $d(\rho_i - \bar{\rho}_i)/dt \neq 0$), левая часть (1) обращается в нуль только в том случае, если система **неоднородна**, т. е. разность плотностей $\rho_i - \bar{\rho}_i$ хотя бы в части элементов её объёма dV не равна нулю (т. е. система, как принято говорить в термодинамике, внутренне неравновесна [6]), что и требовалось доказать. Отсюда следует, что и любой процесс, представляющий собой последовательность неравновесных состояний, неравновесен [7].

Признание пространственной неоднородности объекта исследования и составляет главное отличие энергодинамики от классической термодинамики, механики точки или твёрдого тела, электродинамики, квантовой механики, теории относительности, космологии и любой другой теории, базирующейся на теореме Э. Нётер, т. е. считающих заполненное материей пространство однородным и изотропным [7].

3. Принцип противонаправленности неравновесных процессов.

Из равенства (1) вытекает и другой принцип, касающийся характера реальных процессов. Действительно, в условиях протекания каких-либо процессов (когда $d(\rho_i - \bar{\rho}_i)/dt \neq 0$, выражение (1) обращается в нуль только в том случае, если величины $\rho_i - \bar{\rho}_i$ в различных областях системы противоположны по знаку и взаимно компенсируют друг друга, т. е. скорости $d(\rho_i - \bar{\rho}_i)/dt$ какого-либо i -го процесса в разных частях системы противоположны по направлению (противонаправленны). Это положение можно рассматривать как математическую формулировку основного закона диалектики – принципа единства и борьбы

противоположностей [9]. Оно диктует необходимость различения в любой системе подсистем, противоположным образом изменяющих своё состояние, т. е. учитывать **поляризацию** системы в самом общем понимании этого термина.

4. Принцип единства волновых и корпускулярных свойств.

В неоднородной системе плотность ρ любого параметра i -го становится функцией пространственных координат (радиус-вектора \mathbf{r}) и времени t , т. е. $\rho = \rho(\mathbf{r}, t)$, так что его полная производная по времени $d\rho/dt$ включает в себя локальную $(\partial\rho/\partial t)_r$ и конвективную $(d\rho/dr)(dr/dt) = (\mathbf{v}\cdot\nabla)\rho$ составляющую, что позволяет придать ей вид «кинематического» уравнения волны:

$$(\partial\rho/\partial t) + \mathbf{v}(\partial\rho/\partial\mathbf{r}) = d\rho/dt, \quad (2)$$

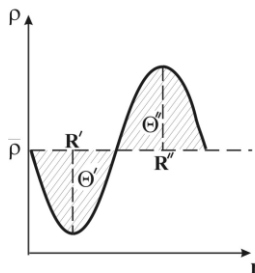


Рис.1. Волнообразование

в котором $d\rho/dt$ играет роль функции затухания волны [10].

В отличие от волнового уравнения 2-го порядка это уравнение описывает волну, распространяющуюся в одну сторону от источника. Эта волна переносит некоторое количество $\Theta'' = (\rho_i - \bar{\rho}_i)dV''$ материального носителя движения (в дальнейшем для краткости энергоносителя) из положения \mathbf{R}' в положение \mathbf{R}'' на длину полуволны λ и потому всегда связана с процессом распространения возмущений в данной среде. Таким образом, в неоднородной среде хотя бы часть энергоносителя неизбежно вовлекается в колебательное движение.

Если обусловленную уплотнением среды «волну возвышения» $\Theta'' = \int(\rho_i - \bar{\rho}_i)dV''$ уподобить как солитону (т. е. уединённой, структурно устойчивой и частицеподобной волне возвышения), так и частице, заключённой в элементарном объёме континуума dV'' , то наличие у волны частицеподобных свойств станет очевидным. Именно в этом, а не в наличии у частицы свойств волны, и состоит дуализм «волна-частица» [11].

5. Принцип пропорциональности массы и энергии

Как и любая другая естественнонаучная дисциплина, энергодинамика применима там, где имеется возможность измерения параметров, которыми она оперирует. Измерение предполагает наличие меры. Для любой материальной системы такой мерой является прежде всего количество материи, именуемое в классической физике массой M . Именно ей пропорциональны все энергоносители Θ .

Согласно рис.1, образование волны связано с перемещением массы M из положения \mathbf{R}' в положение \mathbf{R}'' . Этот процесс неизбежно связан с ускорением M стоячей волны, т. е. с преодолением ньютоновских сил инерции среды $\mathbf{F} = d\mathbf{P}/dt$, где $\mathbf{P} = M\mathbf{v}$ – её импульс, $\mathbf{v} = d\mathbf{r}/dt$ – скорость. Это требует затраты определённой работы

$$W = \int \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r} = \int \mathbf{v} \cdot d\mathbf{P}. \quad (3)$$

Величина этой работы определяет меру колебательного движения данной среды E^v , названную Г. Лейбницем «живой силой». Если учесть, что средняя величина этой скорости $v = |\mathbf{v}|$ меньше скорости распространения колебаний в пустоте c на величину коэффициента преломления n (т. е. $v = c/n$), то при $n = const$ эта работа определяется особенно просто:

$$E^v = \int (c^2/n^2) dM = Mv^2 = Mc^2/n^2. \quad (4)$$

Величина Mv^2 известна как «живая сила» назвал Г. Лейбница. Т. Юнг в 1807 году предложил назвать её **энергией**. Сходное выражение (с коэффициентом пропорциональ-

ности, отличающимся от $1/n^2$ и колеблющимся от $1/2$ до 1 в зависимости от принятых допущений) получили для эфира Х. Шрамм (1871); Н. Умов (1873); Дж. Томсон (1881); О. Хэвисайд (1890), А. Пуанкаре (1898); и Хазенорль (1904) [7].

Согласно этому выражению, энергия пропорциональна массе, причём коэффициент пропорциональности n^{-2} зависит от плотности, структуры и состояния светоносной среды. В частном случае светоносной среды с $n = 1$ (например, для физического вакуума как пустой «пустоты») это выражение принимает вид

$$E = Mc^2. \quad (5)$$

А. Эйнштейн в 1905 году получил это выражение разложением в биномиальный ряд релятивистской массы M_{rel} , ограничившись при этом первыми двумя членами разложения, и на этом основании распространил его на все виды движущихся и неподвижных сред, придав ему статус «принципа эквивалентности массы и энергии». Между тем по мере затухания колебаний и установления в системе равновесия «живая сила» становится «мёртвой», а энергия перестаёт быть мерой движения, превращаясь в «анергию»¹. Поэтому введение понятия энергии вместо живой силы привело в дальнейшем к необходимости введения понятий внешней и внутренней, кинетической и потенциальной энергии (притом отрицательной). В результате «современная физика не знает, что такое энергия» [12].

6. Принцип определённости состояния

Согласно этому принципу, «число аргументов энергии E как функции состояния системы равно числу независимых (особых, феноменологически отличимых и несводимых к другим) процессов, протекающих в ней». Этот принцип доказывается «от противного» теоремой о числе степеней свободы произвольной системы. Действительно, если при протекании какого-либо независимого процесса с необходимостью изменяются несколько параметров, то очевидно, эти параметры не независимы, что противоречит исходной посылке. Предположим теперь обратное, что какой-либо из параметров изменяется с необходимостью при протекании нескольких независимых процессов. Тогда, очевидно, эти процессы не будут независимыми, что также противоречит исходной посылке. Остаётся заключить, что для каждого независимого процесса существует и может быть найдена (с помощью всего арсенала экспериментальных средств) *единственная независимая координата состояния*, т. е. параметр, изменяющийся при его протекании и остающийся неизменным в его отсутствие. Такие параметры - в общем случае величины *экстенсивные*, поскольку каждая из них в отдельности определяет энергию системы – величину также экстенсивную. В энергодинамике они характеризуют количественную меру носителя определённой формы энергии потому именуется для краткости энергоносителями.

Теорема о числе степеней свободы позволяет избежать как «недоопределения», так и «переопределения» системы, т. е. попыток описать её состояние недостающим или избыточным числом координат, что является главным источником методологических ошибок большинства современных теорий [13]. Далеко не очевидно, например, «переопределение» континуальной среды, вызванное её дроблением на элементарные объёмы dV , описываемые одинаковым набором переменных, что ведёт к выводу о наличии у неё бесконечного числа степеней свободы (несмотря на конечное число протекающих в ней процессов). Столь же неочевидно и «недоопределение» системы, вызванное применением гипотезы локального равновесия [14]. Согласно ей, элементы континуума могут быть описаны тем же набором термодинамических параметров, что и в равновесии (несмотря на фактическое привлечение для этого градиентов потенциала).

В результате появляются теории со «скрытыми параметрами», вещества с «врождёнными» свойствами противоположного знака, элементарные частицы и античастицы, и т. п. «новации». Доказательство указанных выше положений придаёт исходным принципам энергодинамики статус «законов», позволяя отказаться от гипотез, постулатов, модельных представлений и соображений статистико-механического характера в основаниях теории. Энергодинамика допускает их применение только в

¹ Термин, предложенный Х. Рантом (1957) для обозначения энергии, утратившей свою работоспособность.

приложениях теории к решению конкретных задач, где они играют роль условий однозначности. Благодаря этому удаётся создать уникальную безгипотезную и беспостулативную теорию общезначимого характера, следствия которой при феноменологическом (базирующемся на опыте) характере условий однозначности приобретают статус непреложных истин. Наряду с этим удастся создать единую теорию процессов переноса и преобразования любых форм энергии, позволяющую максимально кратко изложить все основные инженерные дисциплины [15] и получить при этом ряд нетривиальных следствий первостепенной важности [16].

Литература

1. *Popper K.R. Conjectures and Refutations. The Growth of Scientific Knowledge.* London and Henley, 1972.
2. *Фейнман Р.* Характер физических законов. М.: Мир, 1968.
3. *Эйнштейн А.* Собрание трудов в 4-х томах. – М., «Наука», 1966.-Т.1. С.36.
4. *Ньютон И.* Математические начала натуральной философии / Пер. с лат. А. Н. Крылова. Петроград, 1916.
5. *Эткин В.* Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии).- СПб.: «Наука», 2008, 409 с.
6. *Базаров И.П.* Термодинамика. Изд.4-е. – М.: Высшая школа, 1991.
7. *Etkin V.A.* Principle of processes discernibility. // *The Papers of independent Authors.* 52(2021).94-101.
8. *Нётер Эмми.* Инвариантные вариационные задачи // Вариационные принципы механики. /Под ред. Полак Л. С. — М., Физматлит, 1959. — с. 613-614.
9. *Etkin V.* Principle of non-equilibrium processes counter directivity. // Доклады независимых авторов. 37(2016). 86 –92.
10. *Крауфорд Ф.* Берклевский курс физики. Т.3: Волны. М.: Мир, 1965.
11. *Эткин В.А.* О волновой природе материи. //Вестник Дома Ученых Хайфы, 43(2020). 4-12
12. *Эткин В.А.* О несовместимости дефекта массы с законом её сохранения. // Вестник Дома учёных Хайфы, 49(2021).5-12.
13. *Эткин В.А.* Актуальные задачи современной термодинамики. //Проблемы науки, 9(33), 2018 с.13-29.
14. *Дьярмати И.* Неравновесная термодинамика. Теория поля и вариационные принципы. М.: Мир, 1974, 304 с.
15. *Эткин В.А.* Синтез основ инженерных дисциплин. (Энергодинамический подход к интеграции знаний). – Saarbrücken, Acad. Publ., 2011.- 290 с.
16. *Эткин В.* Нетривиальные следствия энергодинамики. – Хайфа, Lulu Inc., 2020.- 440 с.: *Etkin V.* Verifiable Forecasts of Ergodynamics. //Scientific Israel- Technological Advantages", 16(1,2).2014.130-137.