

# ВЕРНУТЬ ФИЗИКУ НА КЛАССИЧЕСКИЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ

## Эткин В.А.



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

***Аннотация:** обсуждаются негативные последствия квантово-релятивистской революции, приведшие к современному кризису теоретической физики, и обосновывается необходимость объединения фундаментальных дисциплин как разделов физики реальных процессов, явным образом учитывающей их необратимость и исключаяющей из своих оснований какие-либо гипотезы и постулаты.*

### **1. Введение.**

В развитии каждой естественнонаучной теории время от времени наступают периоды, когда становится невозможным уложить новые взгляды и опытные факты в «прокрустово ложе» ее старой понятийной и концептуальной системы. Тогда объектом исследования становится сама теория, её логическая структура, исходные предпосылки и математический аппарат. В классической физике начала XX столетия этот естественный процесс принял характер квантово-релятивистской революции. Новая физика, основанная на плохо совместимых квантовых и релятивистских представлениях, поставила под сомнение применимость классической физики к объектам микромира и сверхвысоким скоростям, сопоставимым со скоростью света. Построению фундаментальных дисциплин на базе многовекового опыта она противопоставила путь, основанный на гипотезах и постулатах. Стало более предпочтительным, по образному выражению Р. Фейнмана, «угадывать уравнения, не обращая внимания на физические модели или физическое объяснение» того или иного явления. Ученые перестали тяготиться тем, что их теории не проясняют реальности, они уже не ставят задачей понимание причинно-следственных связей в изучаемых ими явлениях. Объяснение перестало быть основной функцией науки. В этих условиях стали появляться, как грибы после дождя, эффектные «теории всего», обещающие возможность двигаться вспять во времени, преодолевать световой барьер скорости, извлекать энергию из вакуума или использовать «всю» энергию, мгновенно перемещаться, искривлять пространство, переходить 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. Все ярче стала проявляться тенденция противодействовать любыми путями периодического переосмысления основ научных дисциплин из-за опасения лишиться столь желанной опоры. Это породило многочисленные попытки уложить новые опытные факты в привычные рамки с помощью всевозможных гипотез и постулатов. Этим же обусловлено и крайне болезненное восприятие специалистами любых (в том числе и конструктивных) попыток изменить что-либо в самом фундаменте этих теорий. Поэтому на такие попытки решаются, как правило, лишь немногие. Автор этих строк принадлежит к их числу. В ряде книг [1-4] он предложил альтернативу создавшемуся положению, распространив термодинамический метод исследования на другие фундаментальные дисциплины и дав на его основе последовательное изложение их основных положений с учётом необратимости реальных процессов.

Выбор термодинамики в качестве основы для построения междисциплинарной теории процессов переноса и преобразования различных форм энергии не случаен. Термодинамика как дедуктивный метод исследования (от общего к частному) наиболее близок к системному подходу, принятому ныне за эталон научного исследования. Как подчеркивал А. Эйнштейн в конце своей жизни, термодинамика – «единственная физическая теория общего содержания, относительно которой я убежден, что в рамках применимости ее основных понятий она никогда не будет опровергнута» [5]. Одной из наиболее привлекательных черт термодинамического метода всегда являлась возможность получения огромного

множества следствий, относящихся к различным явлениям, на основе небольшого числа первичных принципов (начал), носящих характер опытных законов. Будучи последовательно феноменологическим (т.е. опирающимся на опыт), этот метод позволил выявить основные закономерности разнообразных процессов, не вскрывая их молекулярного механизма и не прибегая к модельным представлениям о строении и структуре исследуемой системы. За эти свойства классическую термодинамику издавна называли «королевой наук». Как справедливо отмечал М. Планк, «это замечательная научная система, детали которой ни по красоте, ни по блестящей законченности не уступает всей системе в целом» [6].

Однако феноменологический метод исследования сам по себе еще не достаточен для построения общезначимой теории. Как подчёркивал А. Эйнштейн, здесь необходима *теория принципов*, устанавливающая систему взглядов, и единый язык, применимый к различным областям знания. В этом отличие теории принципов от *конструктивных теорий* типа механики и электродинамики, которые «сконструированы» для описания отдельных явлений в терминах специфических физических и математических моделей. Необходима, по замыслу А. Эйнштейна, теория, которая устанавливает общие закономерности реальных процессов независимо от их принадлежности к той или иной области знания. Эта теория должна обеспечить возможность получения основных законов и уравнений как классических, так и «постклассических» фундаментальных дисциплин как её следствия. Некоторые из таких принципов, на которых, по нашему мнению, должна базироваться такая теория, изложены ниже.

## 2. Методологические особенности теории принципов.

Все дисциплины, отнесенные А. Эйнштейном к разряду «конструктивных», основаны на ряде гипотез и постулатов. Так, механика Ньютона постулировала все три своих «закона», основываясь на концепции дальнего действия сил; классическая термодинамика также исходила из постулата о наступлении равновесия за конечный промежуток времени после изоляции системы и из существования «обратимых» процессов; классическая гидрогазодинамика – исходила из существования идеальной (без трения) жидкости; электростатика – из существования точечных зарядов разного знака и доселе неизвестной природы; электродинамика – из существования некоего «поля» как носителя взаимодействия, и т.д., и т.п.

В отличие от них, междисциплинарная теория принципов не должна строиться на основе модельных представлений частного характера, допуская их применения только в приложениях теории к конкретным системам в качестве условий однозначности. Кроме того, такая теория должна исключить из своих оснований идеализацию процессов и систем, применяемую в конструктивных дисциплинах. Все эти особенности характерны для энергодинамики [3], которую можно характеризовать как физику реальных процессов. Эта теория с самого начала порывает с концепцией равновесия в условиях протекания реальных процессов, отраженной в понятиях «обратимый», «квазистатический», «равновесный», «идеальный» и т.п. Далее, она учитывает невозможность изоляции систем от гравитационных сил, потоков нейтрино и т.п., рассматривая в качестве общего случая всю совокупность взаимодействующих тел вплоть до Вселенной в целом. Такой подход потребовал применения дедуктивного метода исследования (от общего к частному) и перехода к рассмотрению внутренне неравновесных (пространственно неоднородных) систем. Он позволил обнаружить существование в неравновесных системах особого класса процессов, отличающихся противоположной направленностью в различных её частях. В этом легко убедиться, если сравнить плотность  $\rho_i = d\Theta_i/dV$  любого экстенсивного параметра  $\Theta_i$  (массы  $M$ , энтропии  $S$ , заряда  $Z$ , числа молей  $k$ -го вещества  $N_k$ , компонент  $P_\alpha$  и  $L_\alpha$  импульса системы  $\mathbf{P}$  и его момента  $\mathbf{L}$  и т.д.) в какой-либо части системы с её средним значением  $\bar{\rho}_i = \Theta_i/V = V^{-1} \int \rho_i dV$ . Действительно, разбивая такую систему на области объемом  $V'$  и  $V''$ , в пределах которых  $\rho_i' > \bar{\rho}_i$  и  $\rho_i'' < \bar{\rho}_i$ , в силу тождества  $\int \rho_i dV = \int \bar{\rho}_i dV$  имеем:

$$\int_{V'} [\rho_i'(\mathbf{r}, t) - \bar{\rho}_i(t)] dV' + \int_{V''} [\rho_i''(\mathbf{r}, t) - \bar{\rho}_i(t)] dV'' = 0. \quad (1)$$

Отсюда после взятия полной производной по времени  $t$  следует, что в неоднородной системе всегда можно выделить области, в которых  $d(\rho_i' - \bar{\rho}_i)/dt = -d(\rho_i'' - \bar{\rho}_i)/dt$ . Такая «противонаправленность» процессов не свойственна внутренне равновесным системам и означает наличие у неоднородных сред новых свойств, которыми не обладала любая их однородная часть. Такие дополнительные свойства называет обычно «системообразующими». Выражение (1) утверждает невозможность отразить протекание таких «противонаправленных» процессов путем «суммирования» изменений параметров  $\Theta_i$  в различных частях системы. Следовательно, традиционный индуктивный метод исследования сплошных сред «от части к целому» путем интегрирования дифференциальных уравнений, связывающих их локальные свойства, не может выявить и отразить «системообразующие» связи объекта исследования, которые придают ему новые свойства. Осознание этого положения явилось, по словам А. Пуанкаре «самым большим потрясением, которое испытала физика со времен Ньютона» [7].

Учитывая общий характер и важность доказанного положения для понимания специфики неоднородных систем, ему целесообразно придать статус *принципа противонаправленности процессов*: «*в неоднородных системах всегда имеются подсистемы с противоположной направленностью процессов*». По своей значимости это положение соответствует известному закону материалистической диалектики о единстве и борьбе противоположностей, ибо лишь их наличие обуславливает возникновение каких-либо процессов [8]. Основополагающая роль этого принципа для естествознания в целом заключается в осознании несостоятельности попыток облегчить исследование какого-либо явления путем дробления системы на однородные части или элементы объема, а также недопустимости лишать объекты исследования основного свойства материальных тел – их *протяженности*, а любой протяженный объект – его *структуры*. Последнее означает, что деление системы на части допустимо только путем так называемого «фрагментирования», когда выделенная часть сохраняет все свойства системы в целом и способна выполнять все её функции. В энергодинамике учет противонаправленности процессов осуществляется благодаря системному подходу, главным требованием которого является изучение объекта исследования «от целого к части».

Другим основополагающим положением теории принципов должен стать *принцип различимости процессов*, согласно которому «*существуют процессы, вызывающие специфические, феноменологически отличимые и не сводимые к другим изменения состояния объекта исследования*» [8]. Известно, что в пространственно неоднородных системах одни и те же изменения состояния (например, повышение температуры) могут быть вызваны как внешним теплообменом, так и появлением внутренних источников тепла вследствие трения, химических реакций, высокочастотного нагрева, перемагничивания и т.п. Следовательно, в любой теории неравновесных систем процессы должны классифицироваться независимо от того, чем вызваны те или иные изменения состояния – внешним энергообменом или внутренними (в том числе релаксационными) процессами. В энергодинамике в соответствии с этим принципом процессы классифицируются не по причинам, их вызывающим (в отличие, например, от термодинамики необратимых процессов, которая различает обычную (концентрационную) диффузию, термодиффузию и бародиффузию), и не по «механизму» процесса (в отличие, например, от теории теплообмена, которая различает кондуктивный, конвективный и лучистый теплообмен), лишь по их *последствиям*, т.е. по особым, феноменологически отличимым и несводимым к другим изменениям состояния, которые эти процессы вызывают. Именно такого принципа классификации придерживалась классическая термодинамика, различая изохорный и изобарный, изотермический и адиабатический процессы. Принят он и в других фундаментальных дисциплинах. Таковы процессы перемещения и ускорения тел, а также поступательного и вращательного движения в классической механике; процессы поляризации и намагничивания, электропроводности и потокосцепления в электротехнике; химические и биохимические реакции; термомеханические, термоэлектрические, термохимические, термомагнитные и т.п. эффекты на стыках различных дисциплин и т.п. Таким образом, не только в физике, но и в естествознании в целом различимость процессов рассматривалась как нечто само собой разумеющееся. Такая необходимость возникла только после квантово-релятивистской революции в физике, когда принцип различимости сменился его полной противоположностью, что и привело, как будет показано ниже, к появлению «двух физик».

Еще одним исходным положением теории принципов должен стать «*принцип определенности*» состояния исследуемой системы. Согласно ему, «*число независимых координат, определяющих состояние и энергию какой-либо системы (т.е. число ее степеней свободы), равно числу феноменологически различных процессов, протекающих в ней*». Это положение легко доказывается «от противного» [9]. Такие координаты – в общем случае величины экстенсивные, поскольку каждая из них в отсутствие других степеней свободы должна определять энергию системы – величину также экстенсивную.

Принцип определенности устанавливает *необходимое и достаточное* число координат состояния для адекватного (достаточно полного) описания состояния той или иной системы. Он позволяет избежать как «недоопределения», так и «переопределения» системы<sup>1)</sup>, что подчас трудно обнаружимо и потому является главным источником методологических ошибок и парадоксов современных теорий. Далеко не очевидно, например, «недоопределение» системы, вызванное принятием *гипотезы локального равновесия* [10]. Эта гипотеза предполагает наличие в элементах континуума локального равновесия, что допускает возможность их описания тем же набором переменных, что и в однородной системе, и применения к ним уравнений равновесной термодинамики. Результатом является исключение из рассмотрения векторных процессов релаксации, приводящих к переходу уравнений термодинамики в неравенства. Этот недостаток устраняется в энергодинамике путем введения дополнительных векторных параметров пространственной неоднородности – «моментов распределения» параметров  $\Theta_i$  [11].

---

<sup>1)</sup> Т.е. попыток описать состояние системы недостающим или избыточным числом координат.

Противоположным примером «переопределения» системы является приписывание материальной точке трех степеней вращательного движения в теории относительности Эйнштейна-Картана [12]. Тем самым точке приписываются отсутствующие процессы, поскольку материальная точка не имеет размеров и не обладает кинетической энергией вращения. Ещё одним примером «переопределения» системы является приписывание сплошной среде бесконечного числа степеней свободы на том основании, что её параметры повторяются во всех её элементах. В результате число степеней свободы оказывается больше числа протекающих в континууме процессов со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Учет этих принципов при построении энергодинамики как единой теории процессов переноса и преобразования любых форм энергии позволило получить основные принципы, законы и уравнения целого ряда фундаментальных дисциплин чисто дедуктивным путем как её следствия, не прибегая при этом к каким-либо гипотезам о молекулярном механизме процессов, постулатам и соображениям статистико-механического характера [4]. Поэтому дальнейший анализ путей решения поставленной задачи мы будем проводить именно с позиций этой теории.

### 3. Особенности математического аппарата энергодинамики.

Указанные выше принципы играют важную роль при отыскании «координаты» процесса, т.е. *физической величины, изменение которой является необходимым и достаточным признаком его протекания*. Известно, какую роль сыграло введение энтропии как координаты теплообмена в становлении термодинамики. Особую актуальность приобретает проблема отыскания подобных координат при построении междисциплинарной теории, изучающей поливариантные системы (со многими степенями свободы). Это обусловлено, прежде всего, появлением целой группы работ немеханического характера, отличных от работы расширения. Тем более осложняется эта проблема при рассмотрении открытых систем, где появился ещё один вид энергообмена – массообмен, связанный с диффузией веществ через границы системы. Несводимость этого процесса к теплообмену  $Q$  и работе  $W$  [13] сделала невозможной классическое деление энергообмена на две эти категории. Эта проблема была решена в энергодинамике путем обобщения понятия работы  $W$  до понимания её как универсальной количественной меры воздействия одних материальных объектов на другие и деления всех её видов на *упорядоченные* и *неупорядоченные* в зависимости от наличия или отсутствия *результатирующей*  $\mathbf{F}_i$  преодолеваемых сил, т.е. от того, какая энергия – *внешняя* (упорядоченная)  $E$  или *внутренняя* (неупорядоченная)  $U$  – изменяется при этом [14]. Это позволило трактовать теплообмен как своего рода «микроработу» против хаотически направленных межмолекулярных сил [15] и вернуть энергии системы  $\mathcal{E} = E + U$  близкий к изначальному смысл способности системы к совершению работы (только теперь любой работы – *внешней и внутренней, упорядоченной и неупорядоченной, полезной и диссипативной*) [16]. Такое определение понятия энергии и последующее её математическое представление как наиболее общей функции состояния объекта исследования резко контрастирует с утверждением о том, что «современная физика не знает, что такое энергия» [17]. К тому же деление энергии на *упорядоченную* и *неупорядоченную* облегчает понимание сути процесса её диссипации и формулировку 2-го закона термодинамики как следствия превращения первой во вторую.

Протекание в неоднородных системах противонаправленных процессов означает, что состояние таких систем не может быть описано исключительно параметрами равновесного состояния. В энергодинамике это учитывается введением наряду с уже известными «термостатическими» параметрами состояния  $\Theta_i$  дополнительных векторных экстенсивных параметров  $\mathbf{Z}_i$ , названных их «моментами распределения» [11]. Эти параметры характеризуют векторные процессы релаксации, протекающие в таких системах и приводящие к выравниванию температур, давлений, химических, электрических и тому подобных потенциалов в различных её частях, а также противоположных им по характеру процессов поляризации системы в самом общем понимании этого термина. Эти процессы приводят к перераспределению параметров  $\Theta_i$  в объеме системы и смещению их центра на величину  $\Delta \mathbf{r}_i$  от его положения в однородном (внутренне равновесном) состоянии. Возникающие при этом «моменты распределения»  $\mathbf{Z}_i = \Theta_i \Delta \mathbf{r}_i$  «энергоносителей»  $\Theta_i$  характеризуют отклонение системы от однородного состояния. Число их в общем случае равно числу степеней свободы той же системы в её однородном состоянии. Поэтому полная энергия неоднородной системы  $\mathcal{E}$  оказывается функцией удвоенного числа экстенсивных переменных  $\mathcal{E} = \mathcal{E}(\Theta_i, \mathbf{r}_i)$ , а её полный дифференциал принимает вид:

$$d\mathcal{E} \equiv \sum_i \Psi_i d\Theta_i - \sum_i \mathbf{F}_i \cdot d\mathbf{r}_i. \quad (2)$$

где  $\Psi_i \equiv (\partial \mathcal{E} / \partial \Theta_i)$  – усредненные по объему системы обобщенные потенциалы типа абсолютной температуры  $T$ , давления  $p$ , химического потенциала  $k$ -го вещества  $\mu_k$ , электрического потенциала системы  $\phi$  и т.п.;  $\mathbf{F}_i \equiv -(\partial \mathcal{E} / \partial \mathbf{r}_i)$  – силы в их обычном (ньютонском) понимании.

Выражение (2) представляет собой не что иное, как результат совместного определения основных величин, которыми оперирует энергодинамика. Оно носит характер тождества и потому справедливо при любых значениях входящих в него параметров. Благодаря этому оно применимо к *любым процессам* (как обратимым, так и необратимым), независимо от того, чем вызвано изменение входящих в него координат

– совершением работы или релаксацией. Благодаря этому становится возможным более общий подход к исследованию разнообразных реальных процессов, не исключая из рассмотрения какую-либо (обратимую или необратимую) их составляющую. Во-вторых, оно изначально содержит понятие силы, что придает энергодинамике способность объяснения причин возникновения тех или иных явлений. В-третьих, рассмотрение полной производной по времени  $t$  от энергии системы  $\mathcal{E}$  позволяет без каких-либо дополнительных оговорок вести в уравнения энергодинамики понятия скорости  $\mathbf{v}_i = d\mathbf{r}_i/dt$  и производительности  $N_i = dW_i^e/dt$  любого  $i$ -го процесса<sup>2)</sup>, а также основополагающие для термодинамики необратимых процессов [18] и любых других теорий переноса понятия потока  $i$ -го энергоносителя  $\mathbf{J}_i = d\mathbf{Z}_i/dt = \Theta_i \mathbf{v}_i$  и термодинамической силы  $\mathbf{X}_i \equiv -(\partial\mathcal{E}/\partial\mathbf{Z}_i)$  как меры напряжённого состояния системы.

Это освобождает от необходимости введения всех этих понятий в каждой из фундаментальных дисциплин и позволяет отказаться от упомянутой выше идеализации процессов в их основаниях. Все это придает основному тождеству энергодинамики общность, достаточную для того, чтобы изучать на его основе разнообразные явления независимо от их принадлежности к той или иной области знания [4].

Как видим, математическая структура энергодинамики базируется на свойствах полного дифференциала энергии как функции строго определенного числа переменных неравновесного состояния. Все остальные сведения о частных свойствах исследуемых систем (число и физический смысл параметров состояния конкретной системы, уравнения состояния и переноса, связывающие между собой эти параметры, ограничения на допустимые их изменения типа законов их сохранения и т.п.) привлекаются энергодинамикой извне в качестве условий однозначности. Для нахождения этих условий применимы любые экспериментальные средства и допустимы любые модельные представления о структуре системы и молекулярном механизме изучаемых процессов, требующие привлечения соображений статистико-механического характера, молекулярно-кинетических или иных теорий, гипотез и постулатов. Однако все эти модельные представления, гипотезы и постулаты используются в энергодинамике только на стадии приложения теории к исследованию конкретной системы. Поэтому выход за рамки справедливости этих условий однозначности не затрагивает самой теории [19]. Последнее позволяет придать междисциплинарным следствиям энергодинамики характер непреложных истин.

#### 4. К методологически единому изложению классической и квантовой механики.

Механика первой из естественных наук достигла зрелости и потому заняла особое положение в ряду естественных наук. Её предмет исследования – движение макроскопических тел как целого – представляется для исследователя наиболее наглядным. Поэтому механика долгое время оставалась теоретической основой технической цивилизации, а её понятийная и концептуальная система до сих пор служит базой для большинства естественнонаучных дисциплин.

Изложение классической механики обычно начинается с кинематики, которая рассматривает движение тел в пространстве и времени независимо от причин его возникновения. Лишь затем переходят к изучению динамики, выясняя, по какой причине возникает то или иное движение в различных условиях и каким законам оно подчиняется. Однако, как справедливо заметил Л. де Бройль [20], в основе такого подхода лежит предположение о том, что результаты абстрактного кинематического рассмотрения можно применять к реальному движению более сложных физических объектов. Да и само построение механики основано на ряде постулатов («законов Ньютона»), которые были сформулированы задолго до установления закона сохранения энергии. Поэтому в настоящее время представляет безусловный интерес изложение механики уже на основе этого. Такое построение механики и предлагается в энергодинамике. Оно позволяет обобщить понятие силы на явления любой природы, обосновать принцип наименьшего действия Мопертьюи [21], дать теоретический вывод закона тяготения Ньютона из условия неоднородного распределения масс [22], показать возможность изменения положения центра масс изолированной системы при взаимопревращении импульса поступательного и вращательного движения [23], обнаружить существование специфического ориентационного взаимодействия, вызывающего упорядочивание ориентации моментов инерции вращающихся тел [24] и др.

Однако особенно кардинальные изменения вызывает применение энергодинамики к процессам излучения. Системный подход, требующий перехода от рассмотрения одиночного атома в концепции Н. Бора к изучению всей совокупности атомов, погруженных в окружающую среду (как бы мы её ни называли – эфиром или электромагнитным полем), делает необходимым учет взаимодействия электронных орбит с колебаниями этой среды. Становится ясным, что излучение и поглощение света телами осуществляется не при «перескоке» электрона с одной разрешенной орбиты на другую, а в процессе торможения или ускорения электрона исходящими от этой среды силами. В таком случае

---

<sup>2)</sup> Символ неполного дифференциала  $d$  применен здесь для обозначения элементарной работы  $W_i^e$ .

квантом (неделимой порцией) излучения становится каждая волна, воздействие которой на эту среду дискретно в пространстве, ограничено во времени и определяется постоянной Планка [25]. Это делает излишним привлечение целого ряда специфических гипотез и постулатов, положенных в основание квантовой механики, позволяя получить наиболее значимые результаты этой теории на основе классических представлений. Такой подход позволяет исключить противоречащее классической механике допущение о «вневременном» (лишенном длительности) процессе излучения, вскрыть ошибочность планковской гипотезы кванта как величины, пропорциональной частоте излучения; дать термодинамический вывод закона излучения Планка, не противоречащий известной зависимости энергии волны от квадрата её частоты; упростить объяснение закономерностей фотоэффекта и уточнить уравнение баланса энергии в нем с учетом величины «квантового выхода» фотокатода, предложить вывод закона формирования спектральных серий, не опирающийся на постулаты Н. Бора и не нуждающийся во введении абстрактных «квантовых чисел», предложить термодинамический вывод стационарного волнового уравнения Шрёдингера, исключающий необходимость вероятностной трактовки волновой функции и установить связь между параметрами электрона и его орбитой.

Главным же достижением при таком подходе является устранение излишнего индетерминизма квантовой механики и показ того, что квантование энергии является характерной особенностью волновой формы упорядоченного движения и не является необходимым для других его форм. С этих позиций квантовая теория предстает не более как раздел механики, именуемой «волновой».

### 5. Необходимость перехода к теории абсолютности.

Иная ситуация сложилась в естествознании в связи с введением в теоретическую физику начала XX столетия *принципа относительности*. Еще в 1632 году Галилей выдвинул довольно очевидное положение, получившее в механике Ньютона статус закона инерции: «всякое тело продолжает удерживаться в состоянии покоя или равномерного и прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние» [26]. Отсюда следовало, что никакими механическими опытами, производимыми внутри замкнутой механической системы, нельзя установить, покоится ли данное тело или движется равномерно и прямолинейно. А. Пуанкаре в 1895 году распространил этот принцип на электромагнитные явления, назвав его *постулатом относительности* [27]. Согласно ему, не только механическими, но и электромагнитными опытами, производимыми внутри произвольной системы отсчета, нельзя установить различие между состояниями покоя и равномерного прямолинейного движения. Отсюда он сделал вывод, что физические законы должны формулироваться таким образом, чтобы покой и равномерное прямолинейное движение системы были *неразличимы*. А.Эйнштейн в 1905 году распространил этот постулат относительности на все явления природы и положил его в основание специальной теории относительности. Вскоре он же сформулировал принцип локальной неразличимости сил тяготения и сил инерции, назвав его принципом эквивалентности инерционной и гравитационной масс и положив его в основание общей теории относительности (ОТО). Затем к нему присоединился принцип неразличимости ускоренного и вращательного движений, который распространил неразличимость динамических эффектов ускорения и тяготения на неинерциальные системы отсчета [28]. Так принцип неразличимости покоя и равномерного прямолинейного движения (и инерциальных систем отсчета) стал неявным исходным постулатом «постклассической» физики. При этом безраздельно господствовавшая среди естествоиспытателей концепция Лейбница об отсутствии в природе двух совершенно тождественных вещей<sup>1)</sup> была подменена принципами неразличимости и неопределенности, а поиск средств различения процессов сменился поиском искусственных условий и систем отсчета, делающих их неразличимыми. Таковыми и явились гипотетические инерциальные системы отсчета (ИСО).

Постулат А.Эйнштейна о независимости скорости света от движения его источника также исходил из невозможности отличить покой и движение источника света или наблюдателя в «пустом» пространстве по скорости света. Между тем, если перевести это утверждение на точный язык диалектической логики, то мы обнаружим, что физики, утверждая вслед за Эйнштейном относительность любого движения, фактически оперируют понятием абсолютной скорости, ибо термин «абсолютность» означает именно *независимость от системы отсчета*. Такая внутренняя противоречивость в трактовке физической реальности не могла не привести к противоречиям. Одно из таких противоречий касается утверждения о невозможности отличить неподвижную систему от движущейся по инерции измерениями, производимыми внутри системы. Покажем ошибочность этого утверждения на примере термодинамики, каковую сам А.Эйнштейн считал неопровержимой теорией. Рассмотрим с этой целью произвольную однородную поливариантную систему, обладающую импульсом  $\mathbf{P}$  и двигающуюся со скоростью  $\mathbf{v}$ . Для неё тождество (2) принимает вид

$$d\mathcal{E} = \sum_i \Psi_i d\Theta_i, \quad )$$

<sup>1)</sup> Своего рода «принцип их различимости».

где одна из степеней свободы связана с этим движением. Применяя к правой части его преобразования Лежандра  $\Psi_i d\Theta_i = d(\Psi_i \Theta_i) - \Theta_i d\Psi_i$ , придадим этому выражению вид

$$d(\mathcal{E} - \sum_i \Psi_i \Theta_i) = - \sum_i \Theta_i d\Psi_i = 0. \quad (4)$$

Ввиду  $\mathcal{E} = \sum_i \Psi_i \Theta_i$  правая часть этого выражения представляет собой обобщенное соотношение Гиббса-Дюгема для рассматриваемой системы. Из него следует, что по мере возрастания скорости  $\mathbf{v}$  центра массы системы все другие составляющие полной энергии системы  $\mathcal{E}$  вырождаются вследствие превращения их в кинетическую энергию. Для тепловой энергии это вполне очевидно, поскольку при достижении предельной скорости центра масс  $|\mathbf{v}| = c$  хаотическое движение в системе уступает место упорядоченному движению всех частиц со скоростью  $\mathbf{v}$ . Не заметить связанное с этим изменение термических и калорических уравнений состояния такой системы невозможно. Следовательно, принцип относительности Пуанкаре–Лоренца–Эйнштейна не может быть экстраполирован на системы, внутреннее состояние которых изменяется вместе со скоростью.

Другое утверждение ТО касается зависимости массы от скорости. Чтобы показать его ошибочность, рассмотрим в целом неподвижную систему с массой  $M = \text{const}$ . Пусть в такой системе две равные её части с массами покоя  $M_1$  и  $M_2$  пришли в относительное движение со скоростью  $v$  относительно центра массы системы. При этом в соответствии с СТО их релятивистская масса стала равной  $M_p = M_1 \gamma = M_2 \gamma$ , где  $\gamma$  – множитель Лоренца. Однако масса всей системы осталась прежней, так что

$$M_1 \gamma + M_2 \gamma = M \quad (5)$$

Это равенство имеет место только при  $\gamma = 1$ , т.е. в отсутствие относительного движения частей системы ( $v/c = 0$ ). Поскольку такое движение все же возможно, утверждение о зависимости массы от скорости несовместимо с законом сохранения массы изолированной системы [29]. Мы вновь приходим к выводу, что принцип относительности ограничен системами, в которых отсутствуют внутренние процессы (что и не позволяет с их помощью обнаружить движение всей системы).

Еще более серьезное противоречие обнаруживается при анализе с позиций энергодинамики принципа эквивалентности энергии и массы, который А. Эйнштейн называл «самой удачной мыслью моей жизни». Чтобы показать это, выразим полную энергию неподвижной системы  $\mathcal{E}_0$  через массу её покоя  $M$  известным релятивистским соотношением  $\mathcal{E}_0 = Mc^2$ , согласно которому  $d\mathcal{E}_0 = c^2 dM$ . Аналогичным образом выразим через массу покоя  $M$  соотношением (3) при  $v = 0$ , учитывая пропорциональность массе всех экстенсивных параметров  $\Theta_i$  системы ( $\Theta_i = M\theta_i$ ):

$$d\mathcal{E}_0 = M \sum_i \Psi_i d\theta_i + \sum_i \Psi_i \theta_i dM. \quad (6)$$

Поскольку в соответствии с соотношением Гиббса-Дюгема (4) удельная энергия системы  $\sum_i \Psi_i \theta_i = \mathcal{E}_0/M = c^2$ , релятивистское и классическое выражения энергии совместимы лишь при условии, когда  $M \sum_i \Psi_i d\theta_i = 0$ . Однако это условие означает, что энергия покоя системы  $\mathcal{E}_0$  остается неизменной в любых процессах её энергообмена с окружающей средой (теплообмена, массообмена, объемной деформации и т.п.) [30]. Противоречие этого следствия СТО закону сохранения энергии очевидно. Следует заметить, что этого противоречия избежали предшественники А. Эйнштейна (Н. Умов, Н. Schramm and W. Braumüller, J. Thomson, O. Heaviside, F. Hasenöhrl), которые под  $\mathcal{E}_0$  понимали лишь энергию излучения и не экстраполировали её связь с массой на все формы энергии и явления природы [31].

Рассмотренные здесь неустранимые противоречия СТО свидетельствуют о принципиальной неприменимости этой теории к внутренним процессам. Об этом недвусмысленно указывает само понятие внутренней энергии  $U$  как той части полной энергии, которая не зависит от движения или положения системы как целого относительно других тел или систем отсчета. Столь же очевидна недопустимость релятивистских преобразований абсолютной температуры, абсолютного давления и абсолютной энтропии, которые названы абсолютными именно из-за их независимости от системы отсчета. Более того, можно показать, что к абсолютным величинам относятся вообще все интенсивные параметры системы  $\Psi_i$ , не зависящие от  $\mathbf{r}_i$ . Действительно, если состояние системы характеризуется набором переменных  $\Theta_i$  и  $\mathbf{r}_i$ , то и её энергия  $\mathcal{E} = \mathcal{E}(\Theta_i, \mathbf{r}_i)$ . Тогда в соответствии с общим определением обобщенного потенциала  $\Psi_i \equiv (\partial \mathcal{E} / \partial \Theta_i)$  любой из них остается неизменным при относительном движении, поскольку они находятся в условиях постоянства координат  $\mathbf{r}_i$ . Это относится и к внешним параметрам  $\mathbf{r}_i$ , которые всегда можно сделать внутренними, рассматривая всю совокупность взаимодействующих (взаимно движущихся) тел как одно неравновесное и неподвижное целое. Это и делает энергодинамика, включающая в круг объектов исследования изолированные системы (типа Вселенной в целом), для которой полная энергия является внутренней и не изменяется с изменением параметров  $\mathbf{r}_i$ . В этом отношении энергодинамику можно рассматривать как своего рода «теорию абсолютности». Она не требует пересмотра классических представлений о пространстве и времени и не нуждается в геометризации физики, идущей вразрез с многовековым опытом развития науки путем специализации фундаментальных дисциплин. Поэтому переход на рельсы энергодинамики возвращает физику на классический путь развития.

Изложенное здесь подкрепляет мысль, которую высказал академик И. Тамм еще в 1956 году: «Никто не может, конечно, предсказать, каким будет дальнейшее развитие физики, но одно, мне кажется, можно утверждать с несомненностью – идеи Эйнштейна, его анализ понятий пространства и времени и

взаимосвязи пространственно–временных соотношений с находящейся в пространстве и времени материей могут претерпеть в дальнейшем глубокие изменения» [32].

### Список литературы

1. *Эткин В.А.* Термодинамика неравновесных процессов. Саратов: «СГУ», 1991. 168 с.
2. *Эткин В.А.* Термокинетика (термодинамика процессов переноса и преобразования энергии). Тольятти: «ТПИ», 1999. 228 с.
3. *Эткин В.А.* Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии). СПб.: Наука, 2008, 409 с.
4. *Эткин В.А.* Синтез основ инженерных дисциплин (энергодинамический подход к интеграции знаний). Saarbrücken: Lambert Acad. Publ., 2011. 290 с.
5. *Эйнштейн А.* Творческая биография. // Физика и реальность. М.: Наука, 1985. С. 131-166.
6. *Планк М.* Термодинамика. М.–Л.: ГИЗ, 1925.
7. *Пуанкаре А.* // Избранные труды. М.: «Наука», 1974. С. 429-433.
8. *Etkin V.* New methodological principles of non-equilibrium thermodynamics. // Доклады независимых авторов. 37 (2016). P. 72-80.
9. *Эткин В.А.* Метод нахождения координат технических работ. // Изв. вузов. Энергетика, 1985. № 6. С. 86-95.
10. *Пригожин И.* Введение в термодинамику необратимых процессов. М.: Изд-во иностр. лит., 1960. 128 с.
11. *Etkin V.A.* Parameters of spatial heterogeneity of non-equilibrium systems // Scientific Israel- Technological Advantages, 19 (1), 2017. 107-112.
12. *Cartan E.* Sur une generalisation de la notion de courbure de Riemann st les espaces a torsion. // Acad. Sci. Paris, Comptes Rend, 174, 1922. 593—595.
13. *Трайбус М.* Термостатика и термодинамика. М.: Энергия, 1970. 502 с.
14. *Эткин В.А.* Энергия и анергия. // Вестник Дома учёных Хайфы. 9, 2006. 30-38.
15. *Эткин В.А.* Теплота и работа в необратимых процессах // Изв. вузов. Энергетика, 1988. № 4. С. 118...122.
16. *Эткин В.А.* Устранение неопределенности понятия энергии. // Вестник Дома учёных Хайфы, 35, 2015. 5-9.
17. *Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М.* Фейнмановские лекции по физике. Вып. 1. Современная наука о природе. Законы механики. Изд.5-е. М.: Изд-во ЛКИ, 2007. С. 74.
18. *Хаазе Р.* Термодинамика необратимых процессов. М.: «Мир», 1974.
19. *Эткин В.А.* Об основном уравнении неравновесной термодинамики. // Журн. физ. Химии. 62 (8), 1988. 2246...2249.
20. *Де Бройль Л.* Ann. De Phys, V. 10, 1925. P. 2.
21. *Etkin V.A.* Energodynamic Substantiation of the Principle Least Action. // World Scientific News. 92 (2), 2018. 340-350.
22. *Etkin V.A.* Generalized Law of Gravitation. // World Scientific News. 74, 2017. 272-279.
23. *Etkin V.A.* Mechanics as a Consequence of Energodynamics. // The Papers of independent Authors Volume 43, 2018. 1-18.
24. *Эткин В.А.* Об ориентационном взаимодействии. // Вестник Дома Ученых Хайфы, 2010. Т. 21. С. 9-13.
25. *Эткин В.А.* Переосмысление основ квантовой механики. // Проблемы современной науки и образования. 12 (132), 2018. 6-14. DOI с 10.20861/2304-2338-2018-132-003.
26. *Ньютон И.* Математические начала натуральной философии. М. Наука, 1989. С. 22.
27. *Пуанкаре А.* // Избранные труды. М.: «Наука», 1974. С. 429-433.
28. *Эйнштейн А.* О принципе относительности и его следствиях. // Собр. науч. трудов. М.: Наука, 1965. Т. 1. С. 65-112.
29. *Etkin VA.* Independence of mass from speed. // World Scientific News. 72, 2017. 150-158.
30. *Etkin V.A.* Alternative of the Theory of Relativity. // Global Journal of Science Frontier Research: A Physics and Space Science. 18 (3), 2018. 7-15.
31. *Уиттекер Э.* История теории эфира и электричества. Москва - Ижевск, 2001. 512 с.
32. *Тамм И.Е. А.* Эйнштейн и современная физика. В сб. «Эйнштейн и современная физика». М., 1956. С. 92.