

ОТ ТЕОРИЙ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ – К КОНЦЕПЦИИ АБСОЛЮТНОСТИ

Д.т.н., проф. В. Эткин

Показано, что принцип относительности Галилея после его обобщения Лоренцом, Пуанкаре и Эйнштейном стал по существу принципом неразличимости процессов, препятствующим изучению их специфики. Предложена теория мощности реальных процессов, именуемая энергодинамикой, которая не нуждается в инерциальных системах отсчёта (ИСО) и доказывает существование предпочтительной (абсолютной) СО, связанной с центром массы системы при его однородном распределении. Энергодинамика основана на принципах различимости процессов и определённости состояния системы и обобщает равновесную и неравновесную термодинамику на нетепловые машины и формы энергии, позволяя исследовать замкнутые системы путём введения дополнительных параметров их пространственной неоднородности. Благодаря этому она позволяет доказать ошибочность подмены импульса инерционной массой и утверждений о зависимости массы от скорости, об эквивалентности массы и энергии, о постоянстве скорости света и о единстве пространства и времени. Наряду с этим обоснована несостоятельность требования об инвариантности всех законов физики в различных ИСО, необходимость измерения любых параметров системы в абсолютных шкалах и независимость пространства и времени как параметров состояния энергодинамических систем. Тем самым подготовлена почва для перехода от теории относительности к теории абсолютности.

Ключевые слова: энергия и её формы, законы сохранения, теории относительности и абсолютности, системы отсчёта и методология исследования.

1. Введение.

Развитие теоретической физики в XX столетии характеризуется крутым поворотом от классического (феноменологического) метода изучения явлений природы, основанного на опыте, к постулативному, базирующемуся на субъективных представлениях исследователя или уравнениях математической физики. Последнее выразилось, в частности, в поиске их симметрий, т. е. таких преобразований пространства и времени, при которых форма записи уравнений или комбинация определённых физических величин оставалась бы неизменной в любой инерциальной системе отсчёта (СО). Первым, кто придал значение проблеме одновременности и исследованию свойств симметрии физических явлений для анализа фундаментальных закономерностей природы, был французский математик А. Пуанкаре [1]. Он ввёл в рассмотрение особую группу симметрий Г. Лоренца [2], связанную с его преобразованиями пространства и времени. При этом он счёл необходимым распространить принцип относительности Галилея на электромагнитные явления, основываясь на доказанную опытами Майкельсона «невозможность показать опытным путем абсолютное движение Земли». А. Эйнштейн в 1905 году распространил этот постулат относительности Пуанкаре на все явления природы, и положил его в основание своей теории относительности [3]. Согласно этому принципу, никакими опытами, производимыми внутри произвольной системы, нельзя установить различие между состояниями её покоя или равномерного прямолинейного движения относительно любой инерциальной системы отсчёта (ИСО). Это означает, в частности, что законы этих явлений должны быть инвариантными (неизменными) при переходе от одной ИСО к другой. Проще говоря, физические законы должны формулироваться таким образом, чтобы в них не входила абсолютная скорость физической системы как целого v_0 , а состояния покоя или равномерного прямолинейного движения были неразличимы.

Постепенно этот принцип неразличимости покоя и равномерного прямолинейного движения в любой ИСО стал основным исходным принципом теоретического построения всей физики. Сначала А. Эйнштейн 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). Тем самым *неразличимость* динамических эффектов ускорения и тяготения была распространена на неинерциальные системы отсчёта и стала едва ли не принципом научного исследования. В электродинамике это выразилось в принципе неразличимости электронов; в физике элементарных частиц – в тождественности частиц определённого класса; в ядерной физике – в неразличимости протонов и нейтронов, в теории поля – в неразличимости сильного взаимодействия с зарядами различного знака, и т. д. В результате исторически сложившаяся парадигма естествознания, основанная на отсутствии в природе тождественных вещей, уступила место поиску условий их неразличимости как признаку «гармонии природы». Акцент на свойства симметрии уравнений математической физики потребовал переосмысления пространственно – временных и причинно - следственных отношений. Это сопровождалось добровольным отказом физики от её основного предназначения - объяснения тех или иных явлений. При этом многие из них стали недоступны человеческому пониманию. Возник кризис непонимания, затронувший естествознание в целом.

Выход из этого положения требует, на наш взгляд, возвращения теоретической физики на классический путь развития, при котором основное внимание уделялось изучению специфики того или иного явления. В особенности это необходимо в астрофизике и космологии, поскольку полное незнание процессов, происходящих за пределами Вселенной в целом вынуждает рассматривать её как замкнутую (изолированную) систему. Для таких систем их полная энергия E равна их внутренней энергии U , так что для неё становится неприменимым термодинамический закон её сохранения при энергообмене, и возникает необходимость изучения внутренних процессов. Такие процессы возможны только в отсутствие в системе равновесия, что требует применения понятийной системы и математического аппарата термодинамики необратимых процессов (ТНП) [4, 5]. Однако она не рассматривает обратимые процессы, связанные с совершением полезной (технической) работы, в том числе работы «против равновесия» в системе. Эту задачу поставила перед собой энергодинамика как дальнейшее обобщение неравновесной термодинамики на нетепловые машины и формы энергии [6]. Энергодинамика, как и классическая термодинамика, требует знания абсолютной величины таких параметров, как температура, давление, энтропия, энергия и т. п. Но зато она не нуждается в инерциальных системах отсчёта, что позволяет ей служить «пробным камнем» любой теории, учитывающей относительное движения. Поэтому представляет интерес сравнить результаты её подхода с теорией относительности (ТО).

2. Принцип различимости процессов как антипод принципу относительности

Энергодинамика как преемница равновесной и неравновесной термодинамики предлагает иной путь построения любой динамической теории, который не противоречит принципу относительности, но в то же время признаёт существования предпочтительной системы отсчёта, в которой разнообразные явления описываются и объясняются наиболее просто. Таковы, в частности, явления, связанные с вращением объекта исследования. К вращательному движению, преобладающему во Вселенной, принцип относительности, как известно, не применим ввиду возникновения центробежных и центростремительных сил. Не применим он, строго говоря, и к любым другим формам движения, поскольку у нас никогда не будет уверенности в том, что система отсчёта движется равномерно и прямолинейно. Поэтому ИСО является абстракцией, полезной только в ограниченном числе случаев. Это склоняет «чашу весов» в пользу термодинамического подхода, который оперирует понятием внутренней энергии U как той её части, которая не зависит от движения или положения системы относительно внешней среды. Это делает необходимым использование абсолютных величин типа абсолютной температуры T , давления p и энтропии S . Последнее относится и к энергодинамике, которую можно определить наиболее кратко как обобщение равновесной и неравновесной термодинамики на нетепловые

машины и формы энергии. Эта теория обобщает понятие внутренней энергии U , перенося его на полную энергию изолированных неоднородных систем. Такие системы включают в себя всю совокупность взаимодействующих (взаимно движущихся) материальных объектов, так что для них термин «энергия системы» является исчерпывающим и не нуждается в приставках типа «внутренняя», «собственная» и т. п.

Согласно общему началу классической термодинамики, определяющему равновесие как состояние, в котором прекращаются любые макропроцессы, энергодинамика исследует внутренне неравновесные (неоднородные) системы и нестатические процессы, происходящие в них. Это требует соответствующего обобщения некоторых исходных аксиом и принципов термодинамики. Такова, в частности, «аксиома различимости процессов», согласно которой в исследуемой системе могут быть выделены (с помощью всего арсенала экспериментальных средств) *независимые процессы, вызывающие специфические, качественно отличимые и не сводимые к другим изменения состояния системы* [7]. Эта аксиома, неявным образом лежащая в основе любой классификации процессов, отражает подтверждённую многовековым опытом возможность различать процессы не только по причинам, их вызывающим, и не только по его «механизму» (способу передачи энергии), но и *по их последствиям*. Проявляется это в отыскании для каждого из независимых процессов его «координаты», т. е. *физической величины, изменение которой является необходимым и достаточным признаком протекания данного процесса*. Этими координатами служат такие параметры, которые не изменяются при одновременном протекании в тех же элементах пространства других независимых процессов. Таковы, в частности, объём V или энтропия S , которые остаются неизменными в отсутствие объёмной деформации и теплообмена, но с необходимостью изменяются в этих процессах. Отсюда и вытекало в классической термодинамике требование обратимости процессов, т. е. отсутствия самопроизвольных изменений энтропии и объёма, не связанных с внешним теплообменом или работой расширения.

Основополагающее значение аксиомы различимости состоит в том, что она позволяет доказать весьма важную для любой междисциплинарной теории теорему *о числе степеней свободы исследуемой системы*, согласно которой «число аргументов энергии U как функции состояния системы (т. е. число степеней свободы последней), равно числу независимых процессов, протекающих в ней» Это положение легко доказывается «от противного». Действительно, под процессом понимается изменение свойств системы, выраженных параметрами состояния. Поэтому при их протекании с необходимостью изменяется хотя бы один из них. Предположим, однако, что при протекании какого-либо независимого процесса с необходимостью изменяются несколько координат состояния. Тогда, очевидно, эти координаты не будут независимыми, что противоречит исходной посылке. Предположим теперь, что какая-либо из координат изменяется с необходимостью при протекании нескольких процессов. Тогда, очевидно, эти процессы не будут независимыми, поскольку они вызывают одни и те же изменения свойств системы, что также противоречит исходной посылке. Остаётся заключить, что *любому (равновесному или неравновесному, квазистатическому или нестатическому) независимому процессу соответствует единственная независимая координата состояния*. Такие координаты в общем случае - величины экстенсивные, поскольку каждая из них в отсутствие других степеней свободы определяет энергию системы – величину также экстенсивную.

Упомянутое положение определяет *необходимые и достаточные условия однозначного (детерминированного) задания состояния той или иной системы*. Поэтому для удобства ссылки его целесообразно назвать «*принципом определённости состояния*». Будучи в некотором смысле антиподом «принципа неопределённости Гейзенберга», этот принцип позволяет избежать как «недоопределения», так и «переопределения» системы¹,

¹ Т.е. попыток описать состояние системы недостающим или избыточным числом координат.

что является главным источником методологических ошибок современных теорий. Далеко не очевидно, например, «недоопределения» состояния континуума, к которому приводит принятие гипотезы локального равновесия в термодинамике необратимых процессов (ТНП) [5]. Эта гипотеза предполагает наличие в элементах континуума равновесия (несмотря на протекание в них диссипативных процессов), достаточность для их описания равновесных параметров (несмотря на наличие градиента потенциалов), и сохранение всех термодинамических равенств (несмотря на их неизбежное нарушение в необратимых процессах). В действительности же континуум представляет собой систему с бесконечным числом степеней свободы, что и вынуждает разбивать его на элементы объёма. Именно поэтому ТНП не достигает той полноты и строгости, которые были свойственны классическому термодинамическому методу.

Ещё менее очевидно «недоопределение», вызванное применением принципа неразличимости состояния покоя и относительного движения к многокомпонентной замкнутой системе, в которой наблюдается диффузионное перемешивание компонентов. Если для такой системы использовать только закон сохранения импульса P системы в целом ($dP/dt = 0$) и не вводить импульсы k -х компонентов системы P_k , то эти состояния действительно будут неразличимыми.

Ещё одним примером «недоопределения» системы является гипотеза единства пространства и времени А. Эйнштейна, которая утверждает их взаимосвязь, не вводя при этом никаких параметров, её характеризующих. В результате энергия релятивистской системы E записывается в той же форме функции $E = E[r(t), t]$ независимых аргументов пространства (радиус-вектора r) и времени t , что и нерелятивистская.

В качестве противоположного процесса «переопределения» системы можно привести ОТО Картана – Эйнштейна ориентируемой точки, в которой вводятся дополнительные угловые координаты её вращения, хотя для материальной точки, не имеющей размеров, её вращение лишено смысла, как и понятие энергии вращения точки. В этом отношении показательна и теория физического вакуума Г. Шипова, которая вводит ещё 3 координаты вращения материальной точки в пространстве-времени [7]. Такие попытки описать свойства объекта исследования избыточным числом параметров таит в себе не меньшую опасность, тем более что все последствия этого непредсказуемы.

3. Параметры неоднородности неравновесных систем.

В соответствии с принципом различимости энергодинамика выделяет в пространственно неоднородных средах не менее двух категорий процессов, каждая из которых имеет свою группу независимых координат. К *первой группе* относятся процессы *переноса* носителя той или иной формы движения в системе Θ_i (для краткости – энергоносителя) через границы системы с дальнейшим равномерным распределением принесённой величины Θ_i между частями (областями) системы. Частным случаем таких процессов являются обратимые (равновесные) процессы теплообмена, массообмена, объёмной деформации и т. п., изучаемые равновесной термодинамикой, которые благодаря своей квазистатичности практически не нарушают пространственной однородности системы. В качестве носителей энергии Θ_i для тепловой формы выступает энтропия S , для энергии упругой деформации – объём системы V , для электростатической энергии – заряд Θ_e , для химической энергии k -х веществ – количество его молей N_k , для гравитационной энергии – масса системы M , для кинетической энергии – импульс P , и т.д., и т.п. Все процессы такого рода напоминают равномерное выпадение осадков на неровную (в общем случае) поверхность.

Иного рода процессы *перераспределения* энергоносителя Θ_i между частями (областями, фазами, компонентами) неоднородной системы в целом. Они сопровождаются уменьшением энергоносителя Θ_i в одних частях системы, и их увеличением – в других. Такого рода *противонаправленные* процессы связаны с отклонением Δr_i радиус-вектора r_i

центра экстенсивной величины Θ_i от его положения при внутреннем равновесии (однородном распределении). Эти процессы носят направленный (упорядоченный) характер, напоминая перекачку жидкости или сыпучих материалов из одной части сосуда в другую. Такие процессы всегда неравновесны, даже если они осуществляются бесконечно медленно (квазистатически), поскольку система при этом остаётся пространственно неоднородной. Такого рода изменения состояния вызывает совершение над системой упорядоченной (например, технической) работы, а также векторные процессы релаксации, сопровождающиеся выравниванием температур, давлений, химических и других потенциалов системы. Вместо координат Δr_i , имеющих смысл векторов смещения, очень удобны «моменты распределения» $Z_i = \Theta_i \Delta r_i$ параметров Θ_i , поскольку в процессах перераспределения величина Θ_i остаётся неизменной. Координаты r_i относятся, строго говоря, к внешним параметрам системы, поскольку они характеризуют положение центра энергоносителя Θ_i в целом относительно внешних тел (окружающей среды) точно так же, как центр тяжести системы r_m или её центр инерции r_w [8].

Мы не будем здесь для краткости касаться ещё одной группы процессов *переориентации*, связанных с изменением направления вектора смещения Δr_i и проявляющихся, например, в установлении единой ориентации спинов элементарных частиц, в спонтанном намагничивании ферромагнетиков, в установлении определенной конфигурации атомов в молекулах, в выстраивании в одной (близкой к экваториальной) плоскости небесных планетарных орбит, во вращении галактик и т. д. Важно только понять, что по мере углубления исследований число различных процессов может увеличиваться, что следует предусмотреть при разработке метода описания состояния исследуемых систем.

Как следует из изложенного, каждому энергоносителю Θ_i соответствует своя форма энергии U_i как функция его положения в пространстве, т. е. $U_i = U_i(\Theta_i, r_i)$, так что энергия системы в целом как наиболее общая функция её состояния имеет вид $U = \sum_i U_i(\Theta_i, r_i)$. Это позволяет выразить её полный дифференциал в виде тождества [9]:

$$dU \equiv \sum_i \Psi_i d\Theta_i + \sum_i \mathbf{F}_i \cdot d\mathbf{r}_i, \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

где $\Psi_i \equiv (\partial U / \partial \Theta_i)$ – усреднённые значения обобщённых потенциалов системы (абсолютной температуры T , давления p , химического, электрического, гравитационного и т. п. потенциала k -го вещества; $\mathbf{F}_i \equiv (\partial U / \partial \mathbf{r}_i)$ – обобщённые силы в их общезначимом понимании.

Это тождество в приложении к изолированным системам ($dU_{из} = 0$) отражает закон сохранения и превращения энергии. Оно является воплощением теории групп А. Пуанкаре, служащей средством для наведения порядка в уравнениях математической физики. Проявляется это в том, что в такой (интегральной) форме закона сохранения производная от энергии системы U по времени определяет мощность процесса; по количеству энергоносителя Θ_i – его потенциал Ψ_i ; по перемещению $d\mathbf{r}_i$ – силу \mathbf{F}_i . В свою очередь производные от Θ_i по времени определяют скалярные потоки (расход) энергоносителя, а производные от перемещения $d\mathbf{r}_i$ – обобщённые скорости процессов v_i (векторные потоки $\mathbf{J}_i = \Theta_i v_i$); производные от скорости v_i определяют ускорения, а производные от потенциалов Ψ_i по перемещениям $d\mathbf{r}_i$ – их градиенты, именуемые термодинамическими силами, и т. д. Это позволяет находить подобные величины для любой формы энергии и распространить тождество (1) на любой из разделов физики.

Если бы для каждой из $2n$ независимых аргументов Θ_i и r_i , входящих в тождество (1), потребовалась бы своя СО, то исследование поливариантных систем (со многими степенями свободы) стало бы невообразимо сложным. Отсюда и следует важность отыскания предпочтительных систем отсчёта, которые свели бы их количество к минимуму.

4. Необходимость применения абсолютных шкал

Покажем теперь, что для каждой формы парциальной энергии U_i поливариантной изолированной системы существует единственная (абсолютная) система отсчёта, которая гарантирует выполнение закона сохранения энергии при всех возможных в системе процессах.

С этой целью обратимся к энергодинамическому тождеству (1). Согласно ему, закон сохранения энергии нарушается, если любой из параметров Θ_i или r_i изменяются не вследствие энергообмена или энергопревращения, а в связи с изменением системы его отсчёта. Это означает, что СО этих параметров должны быть с необходимостью *абсолютными*, т. е. оставаться неизменными в течение любых процессов, происходящих в системе. Это требование относится и к потенциалам. Чтобы убедиться в этом, применим метод нахождения условий равновесия, идея которого принадлежит Д. Гиббсу (1885) [9]. Рассмотрим изолированную в целом систему, разделённую для простоты на две части (подсистемы) перегородкой, проницаемой лишь i -го энергоносителя Θ_i (например, теплопроницаемой или подвижной перегородкой при установлении соответственно условий теплового и механического равновесия). Так как в процессе установления равновесия энергия системы в целом U остаётся неизменной, условие равновесия выражается в отсутствии её вариации δU при любых вариациях энергии в подсистемах. При этом процессы превращения энергии, описываемые второй суммой тождества (1), прекращаются ($F_i \cdot dr_i = 0$). Обозначая параметры в этих подсистемах одним и двумя штрихами, на основании (1) имеем: $\delta U'$ и $\delta U''$ подсистем (что обусловлено динамическим характером теплового равновесия):

$$\delta U = \delta U' + \delta U'' = \Psi_i' d\Theta_i' + \Psi_i'' d\Theta_i'' = 0. \quad (2)$$

Учитывая, что система в целом изолирована ($\Theta_i = \text{const}$), находим, что в состоянии равновесия возможные вариации Θ_i' и Θ_i'' в подсистемах подчинены очевидному ограничению:

$$\delta\Theta_i' = \delta\Theta_i' + \delta\Theta_i'' = 0. \quad (3)$$

Рассматривая (2) совместно с уравнением наложенных связей (3), приходим к выводу, что в состоянии равновесия имеет место равенство потенциалов Ψ_i' и Ψ_i'' в обеих подсистемах:

$$\Psi_i' = \Psi_i''. \quad (4)$$

Поскольку данное условие равновесия носит общий характер и не зависит от природы вещества в подсистемах, параметры Ψ_i в любых подсистемах должны измеряться в СО, единой для всех веществ. Такие шкалы называются универсальными. Далее, равенство (4) сохраняет силу до тех пор, пока возможен обмен энергией в i -й форме между подсистемами, т. е. пока не выродилось (исчезло) полностью движение данного рода в любых подсистемах. Это означает, что потенциалы Ψ_i' и Ψ_i'' должны измеряться в СО, нуль которой соответствует полному «вырождению» данной степени свободы во всех мыслимых телах и частях системы. Для температуры T как потенциала теплообмена этим требованиям, как известно, отвечает шкала Кельвина. Данный ход рассуждений можно распространить на любой вид энергообмена. Не случайно для доказательства обращения в нуль энтропии S при $T = 0$ потребовалось введение 3-го начала термодинамики. Это делает совершенно очевидной необходимость измерения в абсолютной шкале не только температуры и давления, но и химического, электрического, гравитационного, кинетического v и любого другого потенциала исследуемой системы.

В частности, для процесса обмена между подсистемами количеством движения роль параметра Θ_i играют компоненты $P_\alpha = mv_\alpha$ ($\alpha = x, y, z$) импульса $\mathbf{P} = m\mathbf{v}$. В этом случае роль «кинетического потенциала» Ψ_w играет соответствующая компонента v_α вектора скорости \mathbf{v} . Следовательно, любые составляющие скорости также необходимо отсчитывать от

абсолютного нуля, соответствующего прекращению энергообмена данного рода вплоть до исчезновения относительного движения во всех телах исследуемой системы. Найти такую АСО для кинетического потенциала $\Psi_w = v_a$ совсем несложно. Для этого необходимо только учесть, что в изолированной системе, достигшей состояния внутреннего равновесия (однородного распределения любых энергоносителей Θ_i), положение их центров r_i совпадает с центром её объёма, занимаемого системой, и не может быть изменено никоим образом. Поэтому их положение в состоянии равновесия и можно положить за абсолютное начало отсчёта процессов перемещения любых экстенсивных параметров системы.

5. Релятивистская термодинамика как пример неприменимости принципа относительности.

К сожалению, доказанное выше положение, не стало достоянием не только механики и электродинамики, но и самой термодинамики, принципы которой А. Эйнштейн считал неопровержимыми. В первые же годы, последовавшие за появлением его фундаментальной работы (1905), некоторые физики поспешили придать физическим законам форму, инвариантную по отношению к любым инерциальным системам отсчёта. В области термодинамики эту попытку предпринял впервые сам М. Планк (1907) [10]. Он рассмотрел тепловую машину в виде цилиндра с газом под поршнем, работающую по циклу Карно с быстро движущимся источником тепла. После адиабатического сжатия газа и его ускорения рабочее тело машины получает тепло от движущегося теплоисточника при температуре T'_T . Затем цилиндр с газом замедляется адиабатически до состояния покоя, и температура газа становится равной T_T . После этого газ в цилиндре расширяется адиабатически до температуры теплоприемника T_x , отдаёт ему некоторое количество тепла Q_x при температуре T_x и вновь адиабатически сжимается до температуры T_T . Вслед за этим цилиндр с газом вновь ускоряется, и цикл повторяется.

Опираясь на известные из механики выражения для преобразования энергии и работы ускорения dW_w , Планк пришёл к выводу, что теплоту Q и абсолютную температуру T следует преобразовывать в соответствии с выражениями $Q' = Q/\gamma$; $T' = T/\gamma$, где Q' , T' – теплота и температура в системе отсчёта, движущейся относительно наблюдателя со скоростью $v = |v|$; $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$ – множитель Лоренца, c – скорость света в вакууме. При этом он получил выражение термического КПД релятивистского цикла Карно в виде

$$\eta^K \equiv W'_c / Q'_T = 1 - T_x \gamma / T_T. \quad (5)$$

Найденные М. Планком соотношения получили одобрение А. Эйнштейна. Так было до тех пор, пока в 1963 г. Х. Отт не обнаружил абсурдность этого результата с точки зрения самой термодинамики [11]. Действительно, если разогнать сам источник тепла с температурой T_T до скорости v , использовать его тепло Q'_T в релятивистской машине Карно (с быстро движущимся резервуаром тепла) и затем вновь затормозить до скорости $v = 0$, то результат указанных операций должен в точности совпадать с работой классической машины Карно. Однако этого не происходит.

Статья Х. Отта не была замечена при его жизни. Однако вскоре к такому же выводу независимо от Х. Отта пришёл Х. Арзельс (1966) [12]. В отличие от Отта, он счёл неправильными и формулы преобразования энергии и импульса, вытекающие из релятивистской механики упругих тел. На этот раз работа была замечена, и последовала лавина публикаций, приведших к оживлённой дискуссии на международных симпозиумах в Брюсселе (1968) и Питтсбурге (1969). Эти дискуссии обнаружили такой хаос в области определения базовых понятий термодинамики, и такой разницей в релятивистских преобразованиях термодинамических величин, что Х. Арзельс вынужден был заявить о «современном кризисе термодинамики». Исследователи допускали даже то, что применение той или иной формулы релятивистских преобразований термодинамических величин зависит от положения термометра в пространстве [10]. Это

был редкий для физики случай, когда абсурдность результатов была обнаружена лишь спустя полстолетия и не была разрешена удовлетворительным образом. Ведь преобразования Планка не оставляли инвариантным выражение КПД цикла Карно η^K (5), которое являлось одной из математических формулировок второго начала термодинамики (принципа исключенного вечного двигателя 2-го рода), так что на него должно было распространяться требование инвариантности физических законов. Между тем по Планку, температура движущегося источника всегда ниже измеренной в неподвижной системе отсчёта, и в соответствии с его преобразованиями КПД релятивистского цикла Карно (5) всегда меньше, чем у классического. Более того, при определенных γ этот КПД может оказаться даже отрицательным. Лишь в рамках энергодинамики удалось показать, что релятивистская машина Карно представляет собой комбинированный термически-механический двигатель, в одном цикле преобразующий тепловую и механическую энергию. КПД такой комбинированной машины принимает промежуточное значение между КПД каждой из них в отдельности, приближаясь к одному из них по мере изменения соотношения между обеими формами энергии. Этот КПД инвариантен относительно преобразований Лоренца [2].

Однако и без детального анализа релятивистской машины Карно должно было быть очевидным, что внутренняя энергия системы U не подлежит релятивистским преобразованиям (инвариантна) просто в силу её определения как части энергии, не зависящей от движения системы. Это можно утверждать и по отношению к теплоте и работе как к двум независимым способам изменения этой энергии, поскольку каждый из них в отдельности выражается её изменением. Тем не менее нередко необходимость преобразования внутренней энергии аргументируют именно совершением работы объёмной деформации при изменении объёма тела вследствие лоренцова сокращения его размеров в направлении движения. Несостоятельность такой «аргументации» очевидна, поскольку сокращение размеров в направлении движения всегда может быть скомпенсировано изменением размеров в поперечном направлении. Кроме того, указанное сокращение размеров имеет место и в вакууме, где никакой работы расширения вообще не совершается. Налицо, таким образом, внутреннее противоречие релятивистской термодинамики, подтверждающее её принадлежность к теории абсолютности.

6. Негативные последствия релятивизма

Концепция неразличимости процессов, скрывающаяся за принципом относительности, нацеливает исследователя на отыскание условий, делающих процессы неразличимыми вместо того, чтобы выявлять их специфику и подсказать способы её учёта при изучении реальных процессов. Его постулирование сделало понимание физических процессов необязательным и в значительной мере иллюзорным, и в конечном счёте породило неразличение истины и заблуждений.

Пояснить сказанное можно на примере того же принципа Галилея. Ещё в те времена моряки находили способ различения покоя и движения корабля относительно невидимых берегов с помощью линия с узлами. Чтобы установить, вращается ли наша планета, находясь в замкнутом пространстве храма, оказалось достаточно маятника Фуко. Отличить свет движущегося источника от неподвижного можно, сопоставляя их спектр. Отличить равномерное движение сосуда с газом с околосветовой скоростью от состояния его покоя можно по ослаблению диффузии газов в нём вместе с броуновским движением, прекращающимся с наступлением предельной скорости. Установить, упал ли камень на Землю или Земля на камень, можно по характеру разрушений.

Словом, неразличимость состояний покоя и движения не настолько очевидна, чтобы её можно было принять за постулат или аксиому. Кроме того, из самого факта их неразличимости ещё не следовало, что физические законы *должны* формулироваться не наиболее простым и понятным образом, а так, чтобы их форма оставалась инвариантной в любых ИСО. Это требование неправомерно хотя бы потому, что преобладающей формой движения в мультивселенной является вращение, для которого существует

предпочтительная система отсчёта, связанная с мгновенным центром инерции. Более того, требование отыскания ИСО является теоретически неосуществимым, поскольку у нас никогда не будет способа убедиться в том, что какая-либо СО движется равномерно и прямолинейно. Поскольку же возможность экспериментального подтверждения или опровержения существования ИСО в каждом конкретном случае отсутствует, опирающаяся на неё теория не отвечает критерию фальсифицируемости.

С этих позиций требование инвариантности физических законов Пуанкаре–Лоренца–Эйнштейна в ИСО выглядит довольно странной, если не сказать больше. В этой связи энергодинамический подход является заслуживающей внимания альтернативой ТО, знаменующей собой возврат физики на классический путь развития. Во всяком случае, энергодинамика, не нуждающаяся в ИСО, может служить «пробным камнем» для любой релятивистской теории.

Изгнав «за ненадобностью» из физики XX столетия эфир как СО и игнорируя её роль как первичной формы материи, из которой сформировались все известные формы вещества Вселенной, теория относительности столкнулась с целым букетом противоречий и непреодолимых трудностей. Однако даже упорное нежелание физиков – теоретиков признать свою ошибку не освободило от необходимости замены эфира более подходящей субстанцией. Наименее удачной из них представляется подмена эфира физическим вакуумом (ФВ) как пространством, свободным от вещества и заполненным «виртуальными» частицами, настолько короткоживущими, что они не могут быть зарегистрированы существующими приборами, т. е. по существу не существующими в реальности. Для этих частиц отсутствует привычная связь энергии с импульсом, они – только удобный язык для описания взаимодействия. При этом одни считают ФВ наиминимальным энергетическим состоянием среды, другие – обладающим неограниченным запасом энергии флуктуаций, на многие десятки порядков превышающие эквивалент массы.

Значительно более реалистичным выглядит введение в наблюдательной астрономии «скрытой массы» (тёмной материи), не наблюдаемой непосредственно, но проявляющейся в целом ряде явлений. В таком случае вопрос о первичной форме материи, из которой образовались все формы вещества Вселенной, становится предметом терминологии.

Ещё более актуальным представляется вопрос о корпускулярной или континуальной природе «скрытой массы». Экспериментальное обнаружение четырёх сотен субатомных и субъядерных частиц означает по существу крах «атомизма» как учения о «неделимых» и делает перспективной концепцию «бесконечной делимости» и континуальной природы тёмной материи. Стало более очевидным, что практическое отсутствие «эфирного ветра» в опытах Майкельсона – Морли и им подобных интерферометрах объясняется именно волновой природой материи, для которой отсутствует сложение скорости источника света и светоносной среды. Всё это вкупе с новейшими открытиями в области астрономии вынуждает критически переосмыслить аргументы, положенные в основание теории относительности. Ниже мы кратко остановимся на тех из них, которые являются наиболее дискуссионными и приводят к противоречию с классической физикой и экспериментом.

6.1. Искажение понятия массы приданием ей роли меры инерционности системы

Вводя понятие массы, И. Ньютон определил её как «меру количества материи, пропорциональную её плотности и объёму [13], т. е. как функцию состояния. Такая трактовка отражена и в его определении силы F на основе закона тяготения. Вместе с тем Ньютон дал и другое определение «приложенной» силы F как функции процесса ускорения, определив её как величину, пропорциональную приращению количества движения $P = Mv$ в единицу времени. Поскольку понятия вектора во времена Ньютона не существовало, это дало основание трактовать массу M как меру сопротивления тела процессу ускорения. В

дальнейшем такое понимание силы и массы закрепилось в различении понятий «инерционной» и «гравитационной» массы. и соответствующей ей силы F_u, F_g, F_e .

Положение не изменилось и после появления векторной алгебры, когда стало ясно, что Ньютонский закон силы $F = dP/dt$ относится к активной (ускоряющей) силе, а не к силе инерции, для которой этот закон имеет вид $F_u = -dP/dt$. При этом стало очевидным, что мерой инерционных свойств является не масса M , а импульс системы P . Это означало, что трактовка массы M во 2-м законе Ньютона как меры инерции является совершенно необоснованной, поскольку у него она служила источником гравитационного поля и причиной, а не препятствием возникновения движения. Это соответствовало упомянутым выше энергодинамическим принципам различимости процессов и определённости состояния, из которых следовало, что масса как координата процесса массообмена не может выполнять роль координаты любого другого процесса, в том числе процесса торможения под действием сил инерции F_u . К сожалению, при разработке теории относительности А. Эйнштейн использовал именно извращённое понимание массы. В результате к упомянутым выше «массам» добавились понятия «массы покоя», «продольной», «поперечной» и «релятивистской» массы.

Между тем такое обилие «масс» является прямым нарушением принципа определённости и свидетельством «переопределения» системы, поскольку её состояние уже однозначно определено параметрами Θ_i как количественными мерами носителя соответствующей формы энергии. Подтверждением этого может служить принцип Ле Шателье - Брауна в физической химии, согласно которому реакция системы на внешнее воздействие пропорционально количеству вещества в ней, независимо от того, в каких единицах оно выражено.

6.2. Постулирование зависимости массы от скорости

Трактовка массы как меры инерции повлекла за собой проблему взаимосвязи массы M и импульса P , которые в классической физике рассматривались как независимые переменные. Последнее становится особенно очевидным с позиций энергодинамики, в которой масса и импульс P являются координатами двух независимых процессов: массообмена (ввода в систему массы ($dM/dt \neq 0$) в условиях постоянства её состава) и ускорения системы ($dP/dt \neq 0$). Теоретическое обоснование зависимости массы от скорости свелось у А. Эйнштейна к утверждению: «Постоянная сила, хоть и маленькая, за длительный промежуток времени может сообщить телу скорость, превышающую скорость света c . Чтобы этого не случилось, масса должна расти!». Между тем возрастание массы со скоростью противоречит закону сохранения массы. Действительно, рассмотрим произвольную изолированную и пространственно неоднородную систему, части которых находятся в относительном движении. Если бы массы этих частей M_i возрастали с увеличением их скорости, то и масса системы в целом $M = \sum_i M_i$ не могла бы оставаться неизменной в нарушение закона её сохранения. Это вынуждает отнестись к результатам экспериментов на ускорителях более внимательно. Как выясняется при ближайшем рассмотрении, ни в опытах Кауфмана [14], ни в каких-либо других экспериментах с ускорителями частиц не учитывался КПД этих процессов η_i , который можно представить как отношение силы инерции $F_u \equiv -dP/dt$ к «приложенной» для этого силе F_i , исходящей от электромагнитного или какого-либо иного ускоряющего поля ($\eta_i = |F_u|/|F_i|$). С учётом этого уравнение процесса принимает вид, соответствующий диагональной форме законов Онзагера в термодинамике необратимых процессов (ТНП) [5]:

$$F_i = \eta_i^{-1} dP/dt \quad (6)$$

Как и в уравнениях теплопроводности, электропроводности, диффузии и т. п., это выражение учитывает неизбежные потери в процессе ускорения (создания потока импульса $J_i = dP/dt$) путем введения коэффициента сопротивления R_i , равного в данном случае η_i^{-1} .

При этом становится очевидным, что какую бы силу F_i мы ни прикладывали к ускоряемому телу, с приближением к предельной скорости (в данном случае к скорости света c) $R_i \rightarrow \infty$, поскольку дальнейшее ускорение невозможно. Это означает, что уравнение (6) нелинейно, что делает введение коэффициента сопротивления R_i обязательным. Следовательно, КПД любой ускорительной установки обращается в нуль дважды: на «холостом ходу» установки, когда заряд или любое другое тело ещё не внесено в ускоряющее поле, и в режиме «короткого замыкания», когда ускорение прекращается, а вся затрачиваемая на создание поля мощность рассеивается в форме тепла. Удовлетворительное выражение этого коэффициента R_i и даёт множитель Лоренца $\gamma = (1 - v^2/c^2)^{-1/2}$. Эти соображения в полной мере относятся и к экспериментам Кауфмана по ускорению электронов. Таким образом, в них наблюдается изменение не массы, а КПД процесса преобразования энергии поля в кинетическую энергию заряда. Тем самым, мы приходим вслед за академиком Л. Окунем [15] к выводу, что существует единственная масса M , являющаяся мерой количества вещества, а понятия «массы покоя», «релятивистской», «инертной», «электромагнитной», «гравитационной» и т. п. масс должны быть отброшены как излишние.

6.3. Постулирование эквивалентности массы и энергии

Насколько нам известно, постулированный А. Эйнштейном принцип эквивалентности полной энергии системы E её релятивистской массе M_p

$$E = M_p c^2 \quad (7)$$

никогда не подвергался критике со стороны термодинамики, которую он считал «единственной теорией общего содержания, следствия которой никогда и никем не будут опровергнуты» [16]. Между тем этот анализ этого выражения с позиций термодинамики приводит к выводу о полной несостоятельности этого принципа. Начнём с традиционного разложения этого выражения по массе покоя системы M_o в условиях постоянства скорости света в вакууме:

$$E = M_p c^2 = M_o c^2 + M_o v^2/2 + \dots \quad (8)$$

Из (8) следует, что энергия E неподвижной системы ($v = 0$) равна $M_o c^2$, и в условиях $M_o = const$ (система закрыта) не может быть изменена никоим образом, даже не будучи изолированной. Это положение находится в вопиющем противоречии с законом сохранения энергии в форме (1), согласно которому в этих условиях она ещё может быть изменена путём варьирования $2(n-1)$ переменных, не зависящих от M_o . Таким образом, здесь мы вновь сталкиваемся с концепцией «неразличимости» и с «недоопределением» системы, поскольку энергия E принимается зависящей лишь от массы.

Чтобы найти истинную связь энергии с массой, обратимся к теории волн [18], согласно которой скорость распространения возмущений в какой-либо среде (в данном случае скорость света c) определяется частной производной от плотности энергии упругой деформации среды $\rho_u = dU/dV$ по плотности ρ этой среды:

$$c^2 = \partial \rho_u / \partial \rho. \quad (9)$$

Для космического вакуума как «скрытой» (ненаблюдаемой) среды, плотность ρ которой является единственной переменной её состояния, частная производная $(\partial \rho_u / \partial \rho)$ переходит в полную $d\rho_u / d\rho$, так что интегрирование её с учётом очевидных соотношений $E = \int \rho_u dV$ и $M_o = \int \rho dV$ приводит к выражению

$$U = M_o c^2. \quad (10)$$

Такого рода соотношение (с коэффициентом пропорциональности $1/2$) было получено Н.А. Умовым ещё в 1874 году, исходя из соображений баланса энергии в процессе конденсации эфира [19]. Сходное с этим выражение $U = (3/4)M_o c^2$ получил В. Томсон в 1881

году с учётом так называемой «электромагнитной массы» [20]. Выражение $E = Mc^2$ было получено О. Хевисайдом (1890), исходя из представления о потоке лучистой энергии в эфире как произведении светового импульса $P = Mc$ на его скорость c [21]. К такому же выводу пришли А. Пуанкаре (1900) и Ф. Хазенорль (1904). Таким образом, А. Эйнштейн в 1905 году лишь обобщил это выражение на любые формы энергии, положив при этом условие $c = const$ [22]. Однако и в этом случае можно было говорить только об их пропорциональности, но не эквивалентности. Лишь в планковской системе единиц, где $c = 1$, это выражение выглядело как равенство $E = M_p$, что и давало хоть какие-то основания говорить об «эквивалентности» массы и энергии.

Однако с термодинамических позиций и данном случае можно говорить лишь о функциональной связи энергии E и массы M , поскольку она является лишь одним из аргументов энергии как функции состояния. Это тем более очевидно, что энергия и масса имеют различную размерность и различный физический смысл. Это относится и к ошибочной интерпретации соотношения (10) как способности массы превращаться в энергию и наоборот, что вполне проявилось, например, в термине «тёмная энергия».

6.4. Постулирование постоянства скорости света

Одним из основополагающих постулатов СТО и ОТО А. Эйнштейна явилось допущение постоянства скорости света c в вакууме. Это допущение в свою очередь опиралось на признание наличия во Вселенной пустого пространства и корпускулярную концепцию света, которая позволяла исключить влияние окружающей среды на скорость его распространения².

Между тем ещё Лаплас (1805) на основании наблюдений и факта устойчивости солнечной системы показал, что скорость распространения гравитационного взаимодействия не может быть ниже $5 \cdot 10^7$ скоростей света [23]. Значительно позднее (в 1948 году) российский астрофизик Н. Козырев по фотографиям звезды Орион, полученным при закрытых металлических шторках телескопа, обнаружил излучение, приходящее значительно раньше света в его оптическом диапазоне [24]. В 90-е годы этот результат был подтверждён группой исследователей РАН [25].

В 50-е годы основоположник астроспектроскопии А.А. Белопольский открыл, что спектр света смещается вблизи ярких звёзд, что свидетельствовало об изменении скорости электромагнитных волн в зависимости от свойств окружающей среды [26]. Обнаруженная им межзвёздная дисперсия скорости ЭМ-волн была подтверждена в дальнейшем неоднократно.

В 60-е годы непостоянство скорости света было обнаружено при радиолокации Венеры. При погрешности радара $\pm 1,5$ км и максимальной погрешности эксперимента в 260 км из-за вращения Земли разброс данных измерений скорости света на разных участках ее орбиты составил 2000 км. [27]. Возможность превышения скорости света подтвердил так называемый «туннельный эффект» [28].

В течение последних десятилетий XX века рентгеновскими телескопами обнаружено много объектов (квазаров и галактик), которые выбрасывают струи вещества со скоростью, превышающей скорость света в несколько раз. Были обнаружены и другие явления, в которых «сверхсветовые» скорости удавалось даже измерить [29].

Не меньше свидетельств и замедления света. В 1982 году австралийский учёный В. Setterfield обратил внимание на монотонное убывание измеренных скоростей света в течение последних 300 лет [30]. Другое странное явление обнаружила с помощью телескопа «MAGIC» международная группа исследователей галактики «Маркариан 501». Астрономы

² Согласно противоположной (волновой) теории света он может распространяться только в упругой среде, а его определяется исключительно свойствами этой среды [17].

«рассортировали» поступающие оттуда с каждой вспышкой гамма-фотоны на низко- и высокоэнергетические и выяснили, что при одновременном излучении последние прибывают с запозданием около 4 минут [31]. В 1999 году в «Natura» была опубликована научная статья с подробным описанием эксперимента, в котором скорость света удалось уменьшить до 17 метров в секунду [32].

Таким образом, постулированное А. Эйнштейном постоянство и предельность скорости света противоречит опытным фактам.

6.5. Искусственное объединение пространства и времени в единый континуум

В классической физике пространство и время рассматривались как независимые переменные. Это подтверждалось наличием множества локальных процессов, протекающих в одних и тех же элементах пространства ($r = const$), и, напротив, возможность одновременного протекания одних и тех же процессов $r = r(t)$ в разных точках пространства. И те, и другие удовлетворительно описывались в лагранжевой и эйлеровой системе координат путем представления какой-либо величины типа потенциала ψ_i в виде функции независимых переменных r и t вида $\psi_i[r(t), t]$. В противоположность этому пространственно-временной континуум, сочетающий в своей размерности произведение единиц протяженности и длительности, не имеет физического смысла и аналогов ни в одной естественнонаучной дисциплине.

Наши попытки найти экспериментальные или логические основания для объединения понятий пространства и времени в единый пространственно-временной континуум, в котором эталоны длины и времени становятся изменчивыми, не увенчались успехом. Создаётся впечатление, что синтез этих двух независимых аргументов явился отражением философских взглядов А. Эйнштейна, который видел суть науки в создании новых концепций, пусть даже противоречащих «очевидным» логическим схемам и результатам наблюдений, но подсказываемых интуицией исследователя и соображениями «красоты» теории.

Поэтому и здесь приходит на помощь принцип определённости состояния, согласно которому введение множества дополнительных переменных для характеристики тензора кривизны пространства сверх числа реальных процессов, наблюдаемых в нём, представляет собой типичный пример «переопределения» системы.

Характерно, что СТО и ОТО, утверждая взаимосвязь пространства и времени, не предложили способа описания процессов, учитывающего упомянутую связь пространства и времени. Поэтому их математические уравнения по-прежнему оперируют функциями типа $\psi_i[r(t), t]$, рассматривающими пространство и время как независимые переменные. Это означает, что указанная взаимосвязь существует только в воображении исследователей.

Однако введение пространственно-временного континуума не столь безобидно. Оно явным образом нарушает определение абсолютного пространства как «вместилища всего сущего», данное И. Ньютоном [13], и делает его соучастником всевозможных процессов. В частности, пространство приобретает способность «искривляться» под влиянием распределённых в нём масс, т. е. приобретает определённые физические свойства, которые изменяются в процессе перераспределения этих масс во Вселенной. Это искривление оказывает действие, аналогичное силам в теории Ньютона. Тем самым пространство уподобляется арене, принимающей непосредственное участие в бою гладиаторов. Игнорировать это влияние невозможно, как и учесть его в практических расчётах.

Нельзя считать прогрессивной и геометризацию физики, для которой геометрия всегда являлась одной из её «ветвей», а также подмену ею понятия силы тяготения как причины возникновения движения небесных тел. Всё это свидетельствует о методологической несостоятельности СТО и ОТО. В отличие от них, классический подход к проблемам гравитации и физики околосветовых скоростей позволяет не только

преодолеть возникающие трудности, но и осуществить синтез теоретических основ ряда фундаментальных дисциплин [33].

7. Заключение

7.1. Астрофизика и космология нуждаются в теории, позволяющей изучать замкнутые системы типа Вселенной в целом, которую мы вынуждены рассматривать как изолированную ввиду полной неизвестности того, что находится за её пределами. Такой теорией является энергодинамика, не исключая из рассмотрения какую-либо (обратимую или необратимую) составляющую реальных процессов и учитывающую их неравновесность благодаря введению дополнительных параметров пространственной неоднородности таких систем.

7.2. Эта теория придерживается классических определений пространства и времени как независимых переменных, и потому не нуждается в понятии инерционных систем отсчёта (ИСО), вследствие чего для неё существует предпочтительная (абсолютная) СО, связанная с центром массы или инерции системы при их однородном распределении по объёму системы. Поэтому энергодинамика может служить «пробным камнем» для СТО и ОТО.

7.3. Базовые принципы энергодинамики – различимости процессов и определённости состояния – являются антиподами принципа относительности, превратившегося после его обобщения в принцип их неразличимости и принцип неопределённости, затрудняющие изучение специфики реальных процессов. Благодаря этому она позволяет коренным образом упростить исследование реальных процессов и получить ряд нетривиальных следствий, выходящих за рамки СТО и ОТО.

7.4. Среди этих результатов – доказательство ошибочности подмены импульса как меры инерционных свойств массой покоя, утверждения о независимости массы от скорости, об эквивалентности массы и энергии, о постоянства скорости света и независимости пространства и времени как параметров состояния.

7.5. Наряду с этим обоснована несостоятельность требования об инвариантности всех законов физики в различных ИСО, необходимость измерения любых параметров системы в абсолютных шкалах, существование предпочтительной (абсолютной) системы отсчёта и независимость пространства и времени как параметров состояния энергодинамических систем. Тем самым подготовлена почва для перехода от теории относительности к теории абсолютности.

8. Литература

1. Пуанкаре А. // Избранные труды.— М.: «Наука», 1974.- С.429-433.
2. Лоренц Г. А., Пуанкаре А., Эйнштейн А., Минковский Г. Принцип относительности.— Л.-М., 1935.
3. Einstein A.//Ann. d. Phys. 1905. Bd 18. S. 639.
4. De Groot S.R., Mazur R. Non-Equilibrium Thermodynamics:– Amsterdam, 1962
5. Дьярмати И. Неравновесная термодинамика. Теория поля и вариационные принципы. – М.: Мир, 1974.
6. Эткин В.А. Энергодинамика (синтез теорий переноса и преобразования энергии). -СПб., «Наука», 2008. – 409 с.
7. Шипов Г.И. Теория физического вакуума. М.: Наука, 1997

8. *Etkin VA*. Parameters of spatial heterogeneity of non-equilibrium systems //Journal "Scientific Israel- Technological Advantages" 19(1), 2017/ 107-110.
9. *Gibbs J. W.* // Trans. Connecticut Academy. 1875. V.3. P. 108–248.
10. *Planck M.*//Sitzungsber. Akad. Wiss. Berlin. 1907. Bd 13. S. 542.
11. *Ott H.* //Zeitschr. Phys., 70(1963).75.
12. *Arzelies H.* La crise actuelle de la thermodynamique theorie // Nuovo Cimento, 41(1966).61.
13. *Newton I.* Principia. University of California Press, Berkley, 1934. (*Ньютон И.* Математические начала натуральной философии.- М., 'Наука', 1989.
14. *Kaufmann, W.* Die elektromagnetische Masse des Elektrons, *Physikalische Zeitschrift* , 1902. T. 4 (1b): 54–56.
15. *Окунь Л.Б.* Понятие массы. // УФН, 158(3) 1989. 511-530.
17. *Эйнштейн А.* Творческая автобиография. // Физика и реальность.- М.: «Наука». 1985. С.131-166.
18. *Crawford F.* Waves. Berkeley Physics course. V. 3.- McGraw-Hill, 1968.
19. *Umov N.A.* Bewegungsgleichungen der Energie in continuirlichen Körpern", 1874.
20. *Tomson W.* Mathematical and physical papers. Cambridge, 1882.
21. *Heaviside O.* // Electrical Papers. - London: «Macmillan and Co.»,1892.- Vol. 2. p. 492.
22. *Einstein A.* //Ann. d. Phys., 1905, Bd 18. S. 639; 1906, Bd 20, S. 371; 1907. Bd 23. S. 371; 1911, Bd 35. S. 898.
23. *Laplace P. S.* Месаниque celeste, Paris, 1805.
24. *Козырев Н.А.* Избранные труды. - Л.: ЛГУ, 1991. С. 385-400).
25. *Лаврентьев М.М., Еганова И.А. и др.* О дистанционном воздействии звёзд на резистор. // ДАН СССР, 1990, Т.314, Вып.2, С.352).
26. *Белопольский А.А.* Астрономические труды. М., 1954.
27. *Уоллес Б.* Проблема пространства и времени в современном естествознании. С.-П., 1991.
28. *Hartman T. E.* "Tunneling of a Wave Packet" // J. Appl. Phys., 1962. **33** (12). 3427-3433.
29. *Cowan J.*, Elements of surprise, *Nature*, 423:29, 2003.
30. *Setterfield B.* *The Velocity of Light and the Age of the Universe.*
31. www.universetoday.com/11889/.
32. *Hau L.V. et al*, *Nature*, Jan. 25, 2001.