

ОСНОВАННЫЙ НА СТАРЫХ ИДЕЯХ ФРИДРИХА ЭНГЕЛЬСА  
НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ ТЕПЛОВОЙ СМЕРТИ ВСЕЛЕННОЙ

*В.Н.Игнатович*

1.

«Тепловая смерть Вселенной - гипотетическое состояние мира, к которому якобы должно привести его развитие в результате превращения всех видов энергии в тепловую и равномерно распределения последней в пространстве; в таком случае Вселенная должна прийти в состояние однородного изотермич. равновесия, характеризующего макс. энтропией. Допущение т.с.в. формулируется на основе абсолютизации второго начала термодинамики, согласно которому энтропия замкнутой системы может только возрастать» [7]. Во многих энциклопедиях и учебных пособиях, изданных в СССР, можно прочитать об этой гипотезе и о том, почему она несостоятельна (см. например [7 - 22]).

Если не принимать во внимание флуктуационную гипотезу Больцмана, которая, строго говоря, не является опровержением гипотезы тепловой смерти, поскольку Больцман исходил из того, что вселенная «в общем везде находится в тепловом равновесии, т.е. мертва» [23, с.328] (см. там же с.320-321, 421, 461), то суть остальных наиболее часто упоминаемых опровержений можно представить следующим образом. Какое-либо абсолютно равновесное состояние у вселенной не существует, поскольку «в нее входят структурные элементы все возрастающего порядка сложности» [7], поскольку «Вселенная не является изолированной системой» [16, с.104], и «состоит из бесконечного числа частиц» [там же, с.104-105]. «Возрастание энтропии во вселенной не ведет к достижению ее термодинамического равновесия, если учесть «действие во Вселенной гравитационных полей» [16, с.105] (см. также [7-9; 13, с.134-136; 14, с.157; 19, с.46]).

Легко убедиться в несостоятельности такого рода опровержений. Во-первых, гипотезу о какой-либо смерти вселенной имеет смысл опровергать только в том случае, если под вселенной понимается движущаяся материя - тогда эта гипотеза противоречит положению диалектического материализма о неумирающей материи как атрибута, как способа существования материи. Но так как «в мире нет ничего, кроме движущейся материи» [6], а изолированной в термодинамике называется система, «не обменивающаяся с внешними телами ни энергией, ни веществом» [22, с.17], то ложным является утверждение, будто вселенная не является изолированной системой (см. также [20, с.140]). Во-вторых, можно ли говорить о влиянии гравитационных полей на тенденцию изменения энтропии во вселенной, если «термодинамика гравитирующих систем не существует» [24, с.28]? (См. также [20, с.140-141]). Наконец, главное: всякое опровержение является доказательством тезиса, противоречащего опровергаемому. Неужели тезис «вся природа, начиная от мельчайших частиц ее до величайших тел... находится... в непрерывном течении, в неустанном движении и изменении» [1, с.354] - а именно так в диалектическом материализме формулируется тезис о неумирающей материи - следует из той посылки, что во вселенной действуют гравитационные поля или той, что материя состоит из бесконечного числа частиц? По своей общности этот тезис сопоставим с тезисом о материальном единстве мира и, подобно последнему, может (и должен) быть доказан «не парой фокуснических фраз, а длинным и трудным развитием философии и естествознания» [2, с.43] - на основе всего фактического материала естествознания. Поэтому не стоит удивляться тому, что представления о грядущей вселенской катастрофе господствуют в современной астрофизике и космологии.

«В конце концов вся материя во Вселенной будет сосредоточена в остывающих белых карликах, нейтронных звездах и черных дырах, вокруг которых обращаются безрадостные холодные планеты» [25]. «Бесконечное пространство, холод и мрак, будущее без перемен - вот неизбежный удел открытой Вселенной» [26]. «Через  $10^{100}$  лет во Вселенной не останется практически ничего, кроме электрон-позитронной плазмы ничтожной плотности» [27]. Согласно [28], не исключено, что через  $\sim 10^{31}$  лет «все образующие Вселенную протоны распадутся, в конечном счете превратившись в электромагнитное излучение».

Любопытно, что эти мрачные прогнозы прекрасно согласу-

ются с теми опровержениями гипотезы тепловой смерти вселенной, о которых сообщают энциклопедии и учебники. Ведь утверждения, что движение не остановится и что вселенная не придет в равновесие [7-9, 11, 13, 16, 17, 19] не противоречат утверждениям, что со временем вся материя примет форму движущихся холдных планет либо электронов, позитронов, фотонов.

А если учесть, что в наше время физики пишут: «Факты... свидетельствуют, по-видимому, о том, что Вселенная имеет определенное начало во времени» [29], «Вселенная... имеет конечное время существования» [30], причем под вселенной понимают материю («Вселенная - это все, что существует. Вне Вселенной ничего нет. ...Вообще ничего - ни пространства, ни времени» [31]), то можно заключить, что стихийный естественнонаучный материализм в вопросе неумираемости движения оказался в глухом тупике.

Одной из причин, обусловивших такое положение, является то, что марксисты, занимавшиеся проблемой тепловой смерти вселенной, действовали так, будто никогда не читали работ Фридриха Энгельса.

2.

В письме Марксу от 21 марта 1869 года Энгельс писал: «Превращение сил природы, особенно превращение теплоты в механическую силу и т.д., послужило в Германии поводом для нелепейшей теории, которая, впрочем, до известной степени неизбежно вытекает из старой Лапласовской гипотезы, но теперь доказывается, так сказать, математически, что мир становится все холоднее, что температура в пределах вселенной все более выравнивается, и что в конце концов наступит момент, когда всякая жизнь станет невозможной, и весь мир будет состоять из замерзших, вращающихся один вокруг другого шаров. Я жду теперь, что попы ухватятся за эту теорию как за последнее слово материализма. Ничего глупее нельзя придумать. Так как, согласно этой теории, в существующем мире количество теплоты, которое должно превратиться в другие виды энергии, все более превышает количество других видов энергии, которые могут превратиться в теплоту, то естественно, что первоначальное горячее состояние, с которого начинается охлаждение, становится абсолютно необъяснимым и даже бессмысленным и предполагает поэтому существование бога. Первый толчок Ньютона превращается в первое нагревание. И все же теория эта считается тончайшим и высшим завершением материализма. А господа эти скорее сконструируют себе мир, который начинается нелепостью и нелепостью кончается, чем согласятся видеть в этих нелепых выводах доказательство того, что их так называемый закон природы известен им до сих пор лишь наполовину» [3, с.228-229].

В письме можно выделить две части. Сначала Энгельс сообщает о «нелепейшей теории», излагает выводы из нее (то, что «доказывается, так сказать, математически»), и дает оценку, по-видимому, и теории, и выводам: «Ничего глупее нельзя придумать».

Вторая часть письма содержит следующее рассуждение: так как, согласно упомянутой теории, «в существующем мире количество теплоты... все более превышает количество других видов энергии», то, утверждает Энгельс, «естественно», что первоначальное состояние «становится абсолютно необъяснимым» и предполагает существование бога, первого толчка. Из этих «нелепых выводов» Энгельс заключает, что некий «так называемый закон природы» известен естествоиспытателям лишь наполовину.

Хотя этот закон и не назван, из контекста следует, что это - либо утверждение «в существующем мире количество теплоты... все более превышает количество других видов энергии», либо утверждение, которое называли законом природы, из которого логически следует предыдущее утверждение. Несомненно также, что, по мнению Энгельса, появление нелепых выводов обусловлено ошибочностью «так называемого закона природы». Следовательно, для опровержения вывода о тепловой смерти вселенной необходимо опровергнуть те ложные положения, из кото-

рых этот вывод следует - положение о преобладании во вселенной перехода всех видов энергии в тепловую над обратными процессами, либо так называемый закон природы, логическим следствием которого является это положение.

В тех опровержениях гипотезы тепловой смерти вселенной, о которых сообщают учебники и энциклопедии (см. напр. [7-22]), вопрос о протекании во вселенной превращения всех видов энергии в тепловую не обсуждается; второе начало термодинамики - физический закон, «на основе абсолютизации» [7] которого формулируется гипотеза тепловой смерти вселенной, сомнению не подвергается. Таким образом, подходы к проблеме тепловой смерти вселенной, господствовавшие в советской науке, противоречат мнению Энгельса, высказанном им в письме Марксу. Не исключено, что вследствие этого советским философам не удалось найти решение проблемы тепловой смерти вселенной. Любопытно, что нам не встретилась ни одна ссылка на данное письмо, хотя на русском языке оно впервые было опубликовано в 1931 г. в 24 т. первого издания сочинений Маркса и Энгельса (см. [3, с.229]).

### 3.

В 1875 году Энгельс написал следующий фрагмент: «В каком бы виде ни выступало перед нами *второе положение Клаузиуса и т.д.*, во всяком случае, согласно ему, энергия теряется, если не количественно, то качественно. *Энтропия не может уничтожаться естественным путем, но зато может создаваться.* Мировые часы сначала должны быть заведены, затем они идут, пока не придут в состояние равновесия, и только чудо может вывести их из этого состояния и снова пустить в ход. Потраченная на завод часов энергия исчезла, по крайней мере в качественном отношении, и может быть восстановлена только путем толчка извне. Значит, толчок извне был необходим также и вначале; значит, количество имеющегося во вселенной движения, или энергии, не всегда одинаково; значит, энергия должна была быть сотворена; значит, она сотворима; значит, она уничтожима. Ad absurdum!» [1, с.600].

По мнению ряда авторов, в этом фрагменте дается философская критика теории (гипотезы) тепловой смерти с позиций диалектического материализма (см. например [10, с.232; 14, с.156; 16, с.104; 21, с.200-201]). С таким мнением нельзя согласиться, если учесть, что в рассмотренном выше письме Марксу философская критика этой гипотезы выражается четырьмя словами: «Ничего глупее нельзя придумать». Маловероятно, чтобы шесть лет спустя Энгельс настолько усомнился в этом выводе, что в написанной для себя заметке стал вдруг проверять обоснованность своего заключения.

Некоторые авторы увидели в этом фрагменте критику попыток распространения второго начала термодинамики на всю Вселенную (см. [12, с.89; 15, с.235]). С такой оценкой можно было бы согласиться с некоторыми оговорками, если бы фрагмент начинался предложением: «*Энтропия не может уничтожаться естественным путем, но зато может создаваться.*» Эта формулировка - не что иное как распространенный на все естественные процессы закон возрастания энтропии (который называется еще вторым началом термодинамики для необратимых процессов) [9, с.95; 18, с.81; 21, с.197-198; 32, с.282-286]. В этом случае можно было бы сказать, что Энгельс получил абсурдный вывод о первом толчке, исходя из распространенного на всю вселенную второго начала термодинамики (распространенного на все протекающие в природе процессы закона возрастания энтропии), из чего следует недопустимость такого распространения, т.е. ложность утверждения «энтропия не может уничтожаться естественным путем, но зато может создаваться». Нужно однако учесть, что положение о возрастании энтропии непосредственно не используется в тех рассуждениях, которые следуют после него. Неочевидно, что из послышки «энтропия не может уничтожаться естественным путем, но зато может создаваться» следует заключение о том, что мировые часы придут в состояние равновесия. Многие авторы (см. например [7-9, 13, 19]), утверждают, что энтропия возрастает во всех естественных процессах, но вселенная не придет в равновесие.

Перед формулировкой положения о возрастании энтропии Энгельс написал: «Clausius, II. Satz etc. mag sich stellen wie er will. Es geht ihm Energie ferner, qualitativ wenn nicht quantitativ» [5]. В буквальном переводе: «Клаузиус, II положение и т.д. может представляться как он хочет. Согласно ему (то ли Клаузиусу то ли второму положению,- И.В.) энергия теряется, качественно если не количественно». Если учесть, что «неуничтожимость движения надо понимать не только в количественном, но и в качественном смысле» [1, с.360], то можно заключить, что, по мнению Энгельса, то ли второе положение Клаузиуса и все последние его рассуждения, то ли допущение, будто энергия теряется качественно, являются ложными. Если предположить, что формулировка «энтропия не может уничтожаться естествен-

ным путем, но зато может создаваться» послужила Энгельсу основанием для утверждения «согласно ему энергия теряется качественно...», то можно увидеть, что в приведенном фрагменте дается опровержение путем приведения к абсурду (*reductio ad absurdum*) утверждения Клаузиуса, что энергия теряется качественно (либо второго положения Клаузиуса, поскольку это положение утверждает, что энергия теряется качественно). Допуская, что энергия теряется качественно, Энгельс заключает, что в будущем энергия исчезнет в качественном отношении, что мир придет в равновесие, что когда-то был первый толчок, что энергия сотворима и уничтожима. Из этих абсурдных выводов следует ложность принятого допущения.

Следует заметить, что слова «второе положение Клаузиуса» не могут означать то, что многие современные авторы называют вторым началом термодинамики в формулировке Клаузиуса, т.е. аксиому «Невозможен процесс, при котором теплота самопроизвольно переходила бы от холодных тел к телам нагретым» [9, с.95]; (см. также [18, с.79; 21, с.195; 33, с.66]). В работах Клаузиуса, в том числе в «Механической теории тепла», на которую в «Диалектике природы» имеется несколько ссылок, эта аксиома называется «новым принципом, относящимся к теплоте» [34, с.133-134]. «Вторым началом механической теории тепла» Клаузиус называет ряд теорем: теорему, эквивалентную теореме Карно [там же, с.136-138], принцип эквивалентности превращений [там же, с.144-157], теоремы, выражаемые так называемыми уравнением (равенством) и неравенством Клаузиуса [34, с.155-156; 9, с.904; 20, с.76-77], и, наконец, знаменитое «энтропия мира стремится к максимуму» (цит. по [12, с.28]). «Как известно, Клаузиус доказал второй закон термодинамики, основываясь на простом положении, гласящем, что *теплота не может сама по себе переходить от более холодного тела к более горячему телу*» [35, с.119]. (См. также [23, с.241; 34, с.167]).

Ошибочным было бы мнение, будто Энгельс написал обсуждаемый фрагмент экспромтом и дал в нем поспешную оценку второго начала. Во-первых, хотя фрагмент написан 6 лет спустя после письма Марксу, в нем выражена та же позиция, что и в письме: появление абсурдного вывода о первом толчке свидетельствует об ошибочности того положения современной Энгельсу физики, на котором строится рассуждение. Во-вторых, несколько ранее Энгельс написал другой фрагмент, который можно рассматривать как набросок анализируемого фрагмента: «Клаузиус - if correct (если я его правильно понимаю) - доказывает, что мир сотворен, следовательно, что материя сотворима, следовательно, что она уничтожима, следовательно, что и сила (resp. движение) сотворима и уничтожима, следовательно, что все учение о «сохранении силы» бессмыслица, - следовательно, что и все его выводы из этого учения тоже бессмыслица» [1, с.599-600]. Обратим внимание на оговорку «если я его правильно понимаю». Похоже, Энгельсу трудно было поверить в то, что известным физиком-теоретиком отстаетаясь абсурдным положением, и после некоторого размышления он написал фрагмент, в котором уже определенно показал, что источником ошибочных выводов Клаузиуса о тепловой смерти мира являются ложные положения его теории.

Неоднократно высказывалось мнение, будто «Ф.Энгельс со всей очевидностью показал, что второе начало, понимаемое как универсальный принцип, несовместимо с законом сохранения и превращения энергии, противоречит ему, так как, не требуя изменения энергии в количественном отношении, оно утверждает качественное вырождение энергии, потерю энергией основного ее свойства - способности к превращениям» [36] (см. также [33, с.71; 37]), из чего следует, что для решения проблемы тепловой смерти вселенной необходимо опровергнуть второе начало термодинамики (противоречащие друг другу суждения не могут быть одновременно истинными). Такое мнение, на наш взгляд, не отвечает действительности. Суждение «согласно второму положению Клаузиуса (второму началу термодинамики) энергия теряется качественно» Энгельс не доказал, а очевидным оно не является.

Если не делать поспешных выводов, то на основании анализа письма и фрагментов можно заключить: (1) неочевидно, что из второго начала термодинамики следует вывод о тепловой смерти вселенной; (2) вывод о тепловой смерти вселенной следует из послылок: «в существующем мире количество теплоты... все более превышает количество других видов энергии» [3, с.228], «энергия... теряется качественно» [1, с.600]; (3) второе начало термодинамики (закон возрастания энтропии) дает повод для заключения о грядущей тепловой смерти мира и подлежит критике постольку, поскольку из него следуют послылки, на которых основывается вывод о тепловой смерти вселенной. При этом проблема тепловой смерти вселенной выводится из того тупика, в котором она пребывала более столетия.

До сих пор спор между материалистами и идеалистами по

этой проблеме касался вопроса: наступит тепловая смерть вселенной или нет? - события, которое если и произойдет, то в таком отдаленном будущем, в котором не будет не только ни одного из нынешних оппонентов, но и той планеты, на которой происходит дискуссия. По мнению современного защитника религиозных мифов «из Второго начала термодинамики следует, что со временем наступит «смерть» Вселенной, если существующие процессы будут продолжаться»[38]. Советский философ был убежден, что перспектива тепловой смерти вселенной «явилась следствием неправильного истолкования второго начала термодинамики; само же это начало, разумеется, не давало никакого повода вывести из него столь далеко идущие следствия»[15, с.235]. Вполне понятно, что дискуссия, в которой оппоненты из одних и тех же посылок делают противоположные выводы, а опытным путем установить истину невозможно, может длиться веками.

Если взять за исходный пункт работы Энгельса, то для доказательства несостоятельности гипотезы тепловой смерти вселенной необходимо опровергнуть утверждения, которые относятся не к бесконечно отдаленному будущему, а к процессам, протекающим во вселенной сейчас, можно сказать, перед нашими глазами. Опровержение вывода о тепловой смерти мира можно основать исключительно на фактах, не рассматривая при этом вопроса об истинности второго закона термодинамики.

Но прежде чем опровергать тезис о качественной потере энергии, необходимо ясно представлять, что Энгельс понимал под качественной уничтожимостью или неуничтожимостью движения.

4.

Согласно Энгельсу, одним из великих открытий XIX века было открытие превращения энергии, которое показало, что «все бесчисленные действующие в природе причины, которые до сих пор вели какое-то таинственное, не поддававшееся объяснению существование в виде так называемых сил - механическая сила, теплота, излучение (свет и лучистая теплота), электричество, магнетизм, химическая сила соединения и разложения, - являются особыми формами, способами существования одной и той же энергии, т. е. движения» [1, с.511]. Во фрагменте «О классификации суждений» Энгельс сформулировал следующий закон: «любая форма движения способна и вынуждена при определенных для каждого случая условиях превращаться, прямо или косвенно, в любую другую форму движения» [там же, с.539].<sup>2</sup> (Подчеркнем, что данный закон относится только к тем формам движения, которые в физике называются видами энергии). Согласно Энгельсу, «это - суждение понятия, и притом аподиктическое, - наивысшая вообще форма суждения» [там же]. Это - «суждение всеобщности... Дойдя до этой формы, закон достиг своего последнего выражения. Посредством новых открытий мы можем доставить ему новые подтверждения, дать ему новое, более богатое содержание. Но к самому закону, как он здесь выражен, мы не можем прибавить больше ничего. В своей всеобщности, в которой и форма и содержание одинаково всеобщны, он не способен ни к какому дальнейшему расширению: он есть абсолютный закон природы»[1, с.540].

Подчеркнем: закон превращения формы движения, согласно Энгельсу, является абсолютным не только по форме (к его формулировке нельзя ничего прибавить), но и, что следует отметить особо, по содержанию. Кроме прочего это означает, что его действие не может ограничиваться никаким иным законом.

Согласно Энгельсу, закон превращения форм движения является суждением понятия, суждением всеобщности. Это означает, что способность к превращению в иные формы является атрибутом любой формы движения, внутренне присущая любой форме движения и не может быть уничтожена без уничтожения самой формы движения. Абсолютно невозможной является ситуация, в которой какая-нибудь форма движения полностью утратила бы способность превращаться в качественно иные формы движения, перестала бы превращаться в иные формы движения.

Поскольку неограниченная превращаемость из одной формы в другую - атрибут движения, то «движение, которое потеряло способность превращаться в свойственные ему различные формы, хотя и обладает еще *dynamis*, но не обладает уже *energeia* (иначе говоря, является движением только в возможности, но не в действительности; для сравнения: «Железная дорога, по которой не ездят, которая не используется, не потребляется, есть железная дорога только *ὑπόθεσις* (в возможности), а не в действительности»[4]. - И.В.) и, таким образом, частично уничтожено»[1, с.360-361]. Но это, по мнению Энгельса, «немыслимо», поскольку «неуничтожимость движения надо понимать не только в количественном, но и в качественном смысле»[там же, с.360].

То, что Энгельс написал в формулировке закона превращения форм движения и в комментариях, - это не философское обобщение достижений естествознания, а всего лишь адекват-

ное выражение сути полученных естествознанием результатов. Именно благодаря открытию неограниченной взаимной превращаемости «различные физические силы - эти, так сказать, неизменные «виды» физики - превратились в различным образом дифференцированные и переходящие по определенным законам друг в друга формы движения материи»[1, с.353]. Суждения «механическая сила, теплота, излучение... являются особыми формами, способами существования одной и той же энергии, т. е. движения»[там же, с.511] получено не путем отыскания видимых общих признаков у всех этих «предметов мышления», а благодаря открытию превращений одних форм в другие. «Когда мы подводим эти многообразные формы явлений под одно общее название движения, то дело тут отнюдь не в том только, что наш рассудок объединяет их вместе. Напротив, эти формы сами доказывают своим действием, что они являются формами одного и того же движения, ибо при известных обстоятельствах они переходят друг в друга» [там же, с.399-400]. А что они действительно переходят друг в друга доказывается тем, что эти переходы происходят «без какой бы то ни было потери силы» [там же, с.353], «таким образом, что определенному количеству движения одной формы всегда соответствует точно определенное количество движения другой формы» [там же, с.400].

Разъясним сказанное с помощью аналогии. Жидкая, кристаллизационная, адсорбционная вода, а также лед и пар есть виды, формы существования одной и той же субстанции - воды, H<sub>2</sub>O. Такое заключение было сделано не на основе сравнения их видимых признаков, а на том основании, что при известных условиях они превращаются друг в друга, причем количеству воды, исчезнувшей в одной форме, соответствует появление такого же количества другой формы воды. Способность к превращению в иные формы, в частности, в пар, есть атрибут любой формы воды. Если после контакта со щелочным металлом вода не появляется в виде пара при нагревании продукта реакции, то это не означает, что она потеряла способность превращаться в пар. Это означает, что вода как таковая была уничтожена, исчезла в качестве воды. Вода уничтожима в качественном смысле в химических превращениях. Движение отличается от воды, кроме прочего, и тем, что, являясь атрибутом материи, не может стать не-движением, превратившись в такую форму, которая не превращается в иные формы движения. Движение, не превращающееся в иные формы - такое же нелепое словосочетание, как четырехугольный треугольник.

Поскольку способность к превращению в другие формы в равной мере присуща всем формам движения, то в бесконечной вселенной одновременно протекают процессы противоположно направленные, а в целом движении материи остается неизменным как качественно, так и количественно.

Если допустить, что какая-то форма движения во вселенной вдруг утратила частично способность к превращению в другие формы, то это означает, что во вселенной процессы превращения различных форм движения в эту форму преобладают над обратными, что во вселенной началось постепенное преобразование первоначально бесконечно многообразного движения в одну эту форму, что многообразие движения материи теряется, - происходит деградация движения материи. Пределом такой деградации является смерть материи.

5.

Обратившись к физической литературе (см. например [39-64]), можно обнаружить, что в термодинамике, этой науке «о закономерностях превращения энергии»[39, с.4], на протяжении всей ее более чем вековой истории господствуют представления, противоречащие идеям Энгельса о превращении форм движения; представления, на основе которых Энгельс делал заключения о грядущей тепловой смерти вселенной.

Согласно этим представлениям, закон превращения энергии не является абсолютным - условия и направление превращений устанавливаются вторым началом термодинамики [40, с.62; 43; 58]. Формы движения (виды энергии) отличаются по своей способности к превращению в другие формы [42; 46; 48; 50; 57, с.118; 58; 59; 63], причем тепловая энергия является энергией низшего сорта, малоэффективной формой энергии, поскольку не способна полностью превращаться в другие формы энергии. Существуют ограничения на превращение тепла в иные формы энергии, которые накладывает второй закон термодинамики [32, с.286; 41; 49; 51, с.26; 62]. В некоторых условиях энергия полностью теряет способность к дальнейшим превращениям [41; 59, с.12]. «Энергия может быть и *неработоспособной*»[64], «покоющейся»[43]. Вывод о качественной потере, т.е. деградации, рассеянии, диссипации энергии не просто следует из второго начала термодинамики, для многих авторов (например [20, с.38; 47; 50; 52-55]) второе начало - это закон деградации (рассеяния, диссипации) энергии. Деградация энергии происходит во всех реальных процессах [59, с.13, с.88; 60, с.45] и означает превращение части энергии в тепловую. То же самое можно прочитать и у

советских философов (см. например [13-17, 65, 66]).

На основе таких представлений ряд авторов (например [41, 42, 44 - 46; 48]) утверждает, что во вселенной происходит увеличение доли тепла за счет других видов энергии, а некоторые (например [41, 42, 44 - 46]) заключают, что со временем вся энергия во вселенной превратится в тепловую, а вселенную постигнет тепловая смерть. Заметим, что ни один автор не утверждал, будто ему удалось определить на основе астрофизических данных, насколько в наблюдаемой части вселенной выросла доля тепловой энергии за время наблюдений. Поэтому утверждение о преобладающем переходе всех видов энергии в тепловую необходимо рассматривать исключительно как следствие положения о качественной потере (деградации) энергии в природных процессах.

Следует подчеркнуть, что высказывания о меньшей способности тепловой энергии к превращениям, или о деградации энергии, - не просто философски некорректные истолкования фактов (вроде знаменитого в начале века «материя исчезла»), не оказывающие никакого влияния на физическую теорию, а тем более практику. В термодинамике введены физические величины, позволяющие дать количественную оценку этой способности (или неспособности) в том или ином случае. Причем величины эти, в отличие, например, от радиуса или возраста вселенной, используются не кабинетными учеными в схоластических спорах, а инженерами в технических расчетах. Одной из таких величин является энтропия - «понятие, впервые введенное в термодинамике для определения меры необратимого рассеяния энергии» [9, с.903-904] (см. также [12, с.28; 15, с.234; 46, с.33; 61, с.89]).

В термодинамических расчетах применяются также величины свободная и связанная энергия, введенные Г.Гельмгольцем, который писал: «Для химических процессов следует принять разделение сил сродства на две части, из которых одна способна свободно превращаться в иные формы работы, а другая превращается лишь в теплоту. Поэтому я позволю себе в последующем для краткости называть обе эти части энергии свободной и связанной энергией» (цит. по [67]). Эти величины связаны с энтропией. Математически связанная энергия выражается произведением энтропии тела на его абсолютную температуру. «Следовательно, чем больше энтропия, тем больше обесценена полная энергия, хотя количественно она остается той же самой» [13, с.125] (см. также [59, с.16; 65, с.44]).

В последние годы для анализа процессов преобразования энергии в энергетических установках все чаще применяются величины эксергии (максимальной полезной работы) и анергии (см. напр. [33, с.110-119; 39, с.94-96; 57, с.158-163]). «Всякий энергетический ресурс окажется состоящим из двух слагаемых: первое, названное эксергией, даст предельную работу, какую можно произвести в идеальном случае, второе определит оставшуюся принципиально не превращаемую в работу часть энергетического ресурса. Для этого второго слагаемого предложен термин *анергия*» [57, с.159]. В [57] на с.160 приводится пример расчета, в котором получено значение доли теплоты «принципиально остающейся не превращаемой в работу даже в идеальнейших условиях».

О том, что теплота принципиально неспособна полностью превращаться в другие формы движения, говорит и такой фрагмент: «Второе начало... выражает особенности теплового движения... Согласно этому закону, к.п.д. теплового двигателя даже в идеальных условиях не может быть равен 1, в то время как в этих условиях к.п.д., например, двигателя, превращающего электрическое воздействие в механическую работу (электродвигатель), равен 1» [22, с.172]. (См. также [60, с.98, с.118]).

Разумеется, опровергать вывод о тепловой смерти вселенной, не подвергая критике эти господствующие в термодинамике представления - занятие бессмысленное. Неудивительно, что для философов, которые запретили себе критику физических теорий («Философия не вправе прямо и непосредственно давать окончательное объяснение или конечную оценку конкретным положениям науки» [13, с.16]) и пытались запретить это делать другим («Отдельным авторам начинает казаться, что некоторые положения науки несовместимы с материализмом, и во имя спасения последнего они начинают требовать изменения первых. Такой подход представляется нам в принципе неверным» [там же, с.132]), проблема тепловой смерти вселенной оказалась неразрешимой.

Понятно также, что опровержение господствующих представлений какой-либо физической теории должно основываться на фактах и выполняться физиками. К сожалению, большинство современных физиков воспринимает противоречия между диалектическим материализмом и физикой как свидетельства ущербности этого материализма. Поэтому кратко покажем, что в а-

мой термодинамике имеется достаточно оснований для того, чтобы усомниться в истинности господствующих в ней представлений о превращениях форм движения.

6.

Множество аргументированных высказываний против положения о рассеянии, деградации энергии можно найти в работах Макса Планка, который выражался, например, так: «Но что я категорически отрицаю и против чего я всегда боролся, это положение, сформулированное г-ном Хевисайдом по поводу универсального рассеяния энергии... Я прекрасно понимаю, что в целях сохранения положения о рассеянии энергии можно ввести понятие «доступной» или «свободной» энергии, как это было сделано лордом Рэлеем и Гельмгольцем. Но действительно ли закон «потери доступности энергии» является универсально верным законом? Ни в коем случае, ибо он справедлив только для изотермических процессов (т.е. процессов, протекающих при постоянной температуре,- И.В.)» [35, с.109-110]. Если Планк прав, то ложным является утверждение о рассеянии энергии во всех природных процессах (см. [15, с.234; 44; 46, с.28-29]), поскольку не все природные процессы протекают при постоянной температуре.

Планк также писал: «Сущность второго начала пытаются иногда еще и теперь (в 1931 г.- И.В.) видеть в тенденции процессов природы к «обесценению» энергии. Согласно этому воззрению, механическая энергия может быть превращена в теплоту полностью, теплота же в механическую энергию, напротив, только частично; превращение некоторого количества теплоты в механическую энергию всегда сопровождается другим превращением, например: переходом некоторого другого количества теплоты от более высокой температуры к более низкой; это второе превращение служит компенсацией первого. Такое представление, пригодное в некоторых частных случаях, нисколько, однако, не передает сущности дела. Это можно показать на следующем простом примере. Пусть мы имеем некоторый газ. Дадим ему расширяться и производить работу, и будем в то же время поддерживать его температуру постоянной, заимствуя для этого тепло из резервуара, находящегося при более высокой температуре. В этом случае можно сказать, что тепло, отдаваемое резервуаром, полностью превращается в работу, так как температура газа, а вместе с ней и его энергия остаются постоянными и никаких других превращений энергии при этом не происходит. Против этого утверждения нельзя привести никаких фактических данных» [68]. (См. также [69]). Подобным образом высказывался А.Зоммерфельд [70].

Полное превращение означает, что коэффициент превращения (преобразования) - он же к.п.д. - равен 1. Таким образом, либо авторы, писавшие о невозможности полного (с к.п.д. равным 1) превращения тепла в работу (см. например [42; 43; 48; 51; 55; 56; 57; 58; 59, с.40-41; 60 - 62; 64; 65]), а также о невозможности превращения тепла в работу при постоянной температуре (см. например [41, с.15; 50, с.157; 51, с.27]) не были знакомы с курсами термодинамики Планка или Зоммерфельда, либо утверждение о возможности полного превращения тепла является ошибочным. Однако последнее допущение неверно, поскольку в изданных не так давно учебниках физики и термодинамики можно прочитать следующее.

«Конечно, если на способы превращения не накладывается никаких ограничений, то внутренняя (тепловая) энергия может быть целиком затрачена на производство работы... Однако, если на внешние условия, в которых находится тело, наложить определенные ограничения, то полное превращение тепла в работу может стать невозможным. Например, невозможно полностью превратить тепло в работу при помощи периодически действующей тепловой машины... Периодически действующая машина может превратить в работу только часть тепловой (внутренней) энергии тела» [71]. «В тепловых двигателях теплота, отдаваемая более нагретыми телами, превращается в работу не полностью... Подчеркнем, что сказанное относится к круговым процессам; среди незамкнутых процессов с одним источником теплоты могут быть такие, в которых сообщаемая телу теплота превращается в работу полностью» [72] (см. также [20, с.61; 32, с.225]). Можно сделать вывод, что ограничение способности к превращению в иные формы движения присуще не теплоте как таковой, а обусловлено периодичностью действия тепловой машины (тем, что в машине происходит круговой процесс). Однако в наше время этот вывод, по-видимому, нуждается в уточнении.

Согласно [73-77], существуют такие круговые процессы (либо периодически действующие идеальные тепловые машины), в которых происходит полное преобразование тепла в механическое движение. В [76, с.5] делается вывод, с которым Энгельс, несомненно, согласился бы: «никаких принципиальных ограничений для преобразования тепла в работу, кроме закона сохранения энергии, не существует». (См. также [73, с.12; 75, с.45]).

Обратим внимание и на такой факт. Характеризуя теорию о действиях теплоты Карно и Клапейрона, веривших в существование теплорода, Планк писал: «Существенная слабость этой теории лежит уже в допущении, что хотя работа и не может возникнуть из ничего, но все же она может перейти в ничто. Это и высказывает твердо Клапейрон; он говорит: при непосредственном переходе теплоты от более теплого к более холодному телу величина действия (способность совершать работу) пропадает. По его мнению, стало быть, вполне возможно потерять работу без получения какого-либо эквивалента в виде компенсации. Так же думал он и по поводу трения: оно уничтожает живую силу, не давая взамен ее никакого эквивалента» [40, с.27]. Можно предположить, что утверждение о деградации энергии вследствие потери теплотой способности к превращениям при выравнивании температуры тел основывается не на фактах, а на ложной теории теплорода. Интересно, что «Томсон... усмотрел в этом пункте значительную трудность теории Карно, поскольку он уже тогда был проникнут убеждением, что принцип perpetualum mobile обратим. Он высказывается таким образом: если при непосредственном переходе теплоты от более высокой к более низкой температуре затрачивается действие теплоты, то что же тогда происходит с механическим эффектом, который мог бы быть получен благодаря этому переходу? В природе ничего не может быть потеряно, энергия неуничтожаема; стало быть, спрашивается, какое же действие, которое возникает взамен перехода теплоты?» [там же]. Любопытно, что эти вопросы, поиск ответов на которые мог закончиться устранением оснований для заключения о тепловой смерти вселенной, задавали не советские нотариально заверенные материалисты, а один из авторов гипотезы тепловой смерти вселенной.

О том, что положение о деградации энергии в природе является пережитком прошлого, говорит и та эволюция, которую это положение претерпело в работах члена-корреспондента АН Белорусской ССР А.И.Вейника. В первом и втором изданиях своего курса термодинамики А.И.Вейник писал в параграфах под названием «Теплота диссипации» [52] и «Закон диссипации» [53]: «Преобразование форм движения материи, связанное с эффектом внутреннего трения, всегда происходит в одном направлении (все другие формы движения превращаются в термическую форму движения) и никогда - в обратном. Из-за этого обесцениваются другие формы движения, происходит как бы их «рассеяние» в окружающей среде через посредство термической формы движения» [52, с.160-161; 53] (см. также [54]). Если не обращать внимания на слова «как бы», то перед нами одна из формулировок закона деградации энергии, из которой можно вывести заключение о тепловой смерти вселенной. Однако в третьем издании этого же курса в главе «Закон диссипации» А.И.Вейник написал: «Эффект диссипации представляет собой своеобразный вид взаимодействия различных форм движения материи. Это своеобразие состоит в том, что формы движения в процессе распространения характеризующих их зарядов превращаются только в одну - термическую, - или эта термическая форма движения превращается во все остальные. Назовем рассматриваемый вид превращений (и соответственно рассматриваемый вид движения) диссипативным» [78] (см. также [79, с.86-96], где говорится о законе экранирования (диссипации)). В указанных превращениях теплота может «в равной мере как выделяться, так и поглощаться» [79, с.91]. Разумеется, из такого закона вывод о тепловой смерти вселенной не следует.

В [79] имеется раздел «Космологические парадоксы», где, в частности, написано: «Парадокс тепловой смерти мира, или деградации Вселенной, заключается в том, что, по Клаузиусу, в природе возможны процессы только одного направления - с выделением теплоты трения, возрастанием энтропии, установлением равновесия. В результате все элаты (элементарные формы движения (виды энергии), - И.В.) рано или поздно превратятся в термическую и в ней найдут свою смерть, т.е. наступит всеобщее равновесие, абсолютный покой. Но, согласно общей теории, в природе не менее распространены процессы прямо противоположного направления - с уничтожением теплоты трения, т.е. с нарушением равновесия. Поэтому тепловой смерти мира быть не может» [79, с.267]. Разумеется, трудно поверить в то, что «фактически человек сталкивается с поглощением теплоты диссипации на каждом шагу» [79, с.91], однако повседневный опыт. Если учесть, что против господствующих воззрений о деградации энергии высказался зрелый ученый, первоначально разделявший эти воззрения, то к утверждениям А.И.Вейника следует относиться очень внимательно.

Нельзя не отметить и то обстоятельство, что в современных курсах термодинамики пишут о деградации энергии в изолированных системах при их переходе «из одного состояния в другое с помощью неравновесных процессов» [33, с.65]. «Утрата энер-

гией изолированной системы способности совершать работу рассматривается как обесценивание ее - деградация [там же] (см. также [58, с.101-103]). Можно предположить, что деградация энергии происходит вследствие изоляции системы, и что говорить о деградации энергии в природных процессах можно будет только после того, как будет доказано, что движение вселенной, материя является не чем иным, как процессом ее перехода из одного состояния в другое.

Таким образом, при углубленном изучении термодинамической литературы обнаруживается, что за противоречиями между идеями Энгельса о превращении форм движения и господствующими представлениями термодинамики скрываются внутренние противоречия термодинамики. Важнейший для практики раздел классической термодинамики, в котором речь идет о превращении форм движения, изобилует антиномиями! «Тепловую энергию невозможно полностью (с к.п.д., равным 1) превратить в другие формы энергии» - «Тепловую энергию можно полностью превратить в иные формы энергии». «Для превращения тепловой энергии в иные формы необходима разность температур» - «Тепловая энергия может превращаться в иные формы (к тому же с к.п.д., равным 1) при постоянной температуре». «Во всех процессах, протекающих в природе, происходит выделение теплоты» - «Процессы с поглощением теплоты распространены не менее часто, чем обратные». «Деградация энергии происходит во всех природных процессах» - «Деградация энергии происходит в изолированных системах, которые в природе не встречаются». И т.д. и т.п.

Но если в основаниях аксиоматически построенной теории имеются противоречия, то ее с равным успехом можно использовать для получения как ложных, так и истинных заключений. Неудивительно, что и сторонники, и противники гипотезы тепловой смерти вселенной находят аргументы в термодинамике. Разумеется, до устранения указанных противоречий проблема тепловой смерти будет оставаться неразрешимой. В этих условиях у диалектических материалистов имеется возможность решить проблему тепловой смерти вселенной наиболее радикальным способом: путем опровержения тех господствующих представлений классической термодинамики, которые противоречат идеям Энгельса о превращении форм движения.

Окончание следует

## ЛИТЕРАТУРА

1. Энгельс Ф. Диалектика природы // Маркс К. Энгельс Ф. Соч., 2-е Изд. Т. 20
2. Энгельс Ф. Анти-Дюринг // Там же. Т.20
3. Энгельс Ф. Письмо Марксу, 21 марта 1869г. // Там же. Т. 32. С.226-229
4. Маркс К. Экономические рукописи 1857-1859 годов. Ч.1 / Там же. Т.46. Ч.1. С.27
5. Engels F. *Dialektik der Natur* (1873-1882). MEGA. Bd. 26. Berlin. Dietz Verlag. 1985. S.54
6. Ленин В.И. Материализм и эмпириокритицизм // Полн. собр. соч., т.18. С.104
7. *Философская энциклопедия*. Т.5. М., Советская энциклопедия. 1970. С.224
8. *Философский словарь*. 4-е изд. М., Политиздат. 1981. С.430
9. *Физический энциклопедический словарь*. М. Советская энциклопедия. 1984. С.744-745
10. Гельфер Я.М. История и методология термодинамики и статистической физики. М., Высш. школа. 1969. С.228-236. С.395-406
11. Кричевский И.Р. Понятия и основы термодинамики. Изд. 2-е. пересмотр. и доп., М., Химия. 1970. С.419-420
12. Спасский Б.И. История физики. ч.II. Изд. 2-е. перераб и доп., М., Высш. школа. 1977. С.88-92
13. *Философия естествознания*. Вып 1-й. М., Политиздат. 1966. С.122-136
14. Готт В.С. Философские вопросы современной физики. М., Высш. школа. 1967. С.156-158
15. Кедров Б.М. Энгельс и диалектика естествознания. М., Политиздат. 1970. С.173-175; 233-240
16. Алексеев П.В., Панин А.В. Диалектический материализм (Общие теоретические принципы). М., Высш. школа. 1987. С.103-105
17. Фаталиев Х.М. Марксизм-ленинизм и естествознание. М., Изд-во МГУ. 1962. С.294-302
18. Чолпан П.Ф. Курс физики. Методологические и философские вопросы. Киев. Выща школа. 1990. С.87-92
19. Ландау Л.Д., Лифшиц М.А. Статистическая физика. ч.1. М., Наука. 1976. С.45-46
20. Путилов К.А. Термодинамика. М., Наука. 1971. С.139-142
21. Яковлев В.Ф. Курс физики. Теплота и молекулярная физика. М., Просвещение. 1976. С.200-202
22. Базаров И.П. Термодинамика. 4-е изд., перераб. и доп., Высш.школа. 1991. С.83-84
23. Бальцман Л. Избранные труды. М., Наука. 1984
24. Воронин Г.Ф. Основы термодинамики. М., Изд-во Моск. ун-та. 1987
25. Киппенхан Р. 100 миллиардов солнц: Рождение. жизнь и смерть звезд. М., Мир. 1990. С.231
26. Силк Дж. Большой взрыв. М., Мир. 1982. С.311
27. Новиков И.Д. Как взорвалась Вселенная. М., Наука. 1988. С.166

- (Б-чка «Квант». Вып. 68).
28. Шкловский И.С. Проблемы современной астрофизики. М., Наука. 1982. С.219
29. Фейнман Р. Характер физических законов. Изд. 2-е. испр., М., Наука. 1987. С.74. (Б-чка «Квант». Вып. 62)
30. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Строение и эволюция вселенной. М., Наука. 1975. С.701
31. Новиков И.Д. Эволюция Вселенной. 3-е Изд. перераб. и доп. М., Наука. 1990. С.23
32. Кикоин А.К., Кикоин И.К. Молекулярная физика. Изд. 2-е, перераб. М., Наука. 1976
33. Исаев С.И. Курс химической термодинамики. 2-е Изд. перераб. и доп., М., Высш. школа. 1986.
34. Второе начало термодинамики. Сб. работ. М.-Л., Гостехтеориздат. 1934
35. Планк М. Избранные труды. М., Наука. 1975
36. Вейник А.И. Техническая термодинамика и основы теплопередачи. М., Металургиздат. 1956. С.139
37. Большаков Б.Е. Человек. Энергия. Ноосфера // В кн.: Прометей: ист.-биограф. альм. сер. «Жизнь замечательных людей». Т.15. М., Мол. гвардия. 1988. С.249
38. Моррис Г. Сотворение мира: научный подход. Киев. Друг читача. 1990. С.22
39. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. 4-е Изд., перераб., М., Энергоатомиздат. 1983
40. Планк М. Принцип сохранения энергии. М., ОНТИ НКТП СССР. 1938.
41. Гельмгольц Г. Популярная речь. Ч.1. Изд 2-е, пересмотр. и испр., С.-Петербург. Издание К.Л.Риккера. 1898. С. 15-16, 88
42. Больцман Л. Статьи и речи. М., Наука. 1970. С.10-11
43. Оствальд В. Основания теоретической химии. М., Издание М. и С. Сабадашниковых. 1902. С.87-88
44. Минин В. О тепловой энергии. М., Типография К.Индриха. 1878. С.65
45. Вышнеградский А.И. Механическая теория теплоты. С.-Петербург. 1883. С. 377-378
46. Ауэрбах Ф. Царица мира и ее тень. Одесса. Mathesis. 1911. С.36-37
47. Пуанкаре А. О науке. М., Наука. 1983. С.235
48. Каблуков И.А. Термохимия. Изд 2-е. испр. и доп., М.-Л., ОНТИ ГХТИ. 1934. С.238-239
49. Ферми Э. Термодинамика. Харьков. Изд-во ХГУ. 1969. С.32
50. Бриллиэн Л. Наука и теория информации. М., Физматгиз. 1960. С.154-160
51. Шамбадал П. Развитие и приложение понятия энтропии. М., Наука. 1967. С.26-29
52. Вейник А.И. Термодинамика. Минск. Изд-во министерства высшего среднего специального и проф. образования БССР. 1961. С.155-161
53. Вейник А.И. Термодинамика. Изд. 2-е. перераб. и доп., Минск. Высшая школа. 1965. С.175-176
54. Вейник А.И. Термодинамика необратимых процессов. Минск. Наука и техника. 1966. С.70
55. Товбин М.В. Физическая химия, Киев, Выща школа, 1975, С.40-41
56. Карапетьянц М.Х. Химическая термодинамика. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., Химия. 1975. С.82
57. Жуковский В.С. Термодинамика. М., Энергоатомиздат. 1983. С.118-129
58. Беляев Н.М. Термодинамика. Киев. Выща школа. 1987. С.84-86; 101-103
60. Алексеев Г.Н. Преобразование энергии. М., Наука. 1966. С.8-9, 43-45, 57-59, 118
61. Гельфер Я.М. Что такое теплота. (Элементарное введение в теорию теплоты и теплопередачи). Изд. 2-е. перераб. М., Энергия. 1968. С.80-81
62. Седов Е.А. Одна формула и весь мир. Книга об энтропии. М., Знание. 1982. С.15
63. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. М., Прогресс. 1986. С.354
64. Бродянский В.М. Вечный двигатель - прежде и теперь. От утопии - к науке, от науки - к утопии. М., Энергоатомиздат. 1989. С.123
65. Молевич Е.Ф. Круговорот и необратимость в мировом движении. Саратов. Изд-во Саратовского университета. 1976. С.44-45
66. Материалистическая диалектика как общая теория развития. М., Наука. 1982. С.236
67. Розенбергер Ф. История физики. Часть 3. Вып. 2. М.-Л., ОНТИ НКТП СССР. 1936. С.88-89
68. Планк М. Введение в теоретическую физику. Часть пятая. Теория теплоты. М.-Л., ОНТИ НКТП СССР. 1935. С.44
69. Планк М. Термодинамика М.-Л., Госиздат. 1925. С.89
70. Зоммерфельд А. Термодинамика и статистическая физика. М., Изд-во иностр. литературы. 1955. С.56-57
71. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Теплота и молекулярная физика. 2-е изд., исправленное. М.: Наука. 1979. С.117
72. Вукалович М.П., Новиков И.И. Термодинамика. М., Машиностроение. 1972. С.47
73. Скорняков Г.В. / Письма в «Журнал технической физики» (ЖТФ). 1989. Т.15. Вып. 22. С.12-14
74. Зильбергейт А.С., Скорняков Г.В./ЖТФ.1992.Т.62.Вып.2.С.190-195
75. Скорняков Г.В. / ЖТФ. 1995. Т.65. Вып. 1. С.35-45
76. Скорняков Г.В. / Письма в ЖТФ. 1995. Т.21. Вып. 23. С.1-5
77. Скорняков Г.В. / ЖТФ. 1996. Т.66. Вып. 1. С.3-14
78. Вейник А.И. Термодинамика, изд. 3-е, перераб. и доп. Минск. Высшая школа. 1968. С.202
79. Вейник А.И. Термодинамическая пара. Минск. Наука и техника. 1973

---

59. Гохштейн Д.П. Остановятся ли мировые часы? (Популярное изложение учения об энтропии). М.-Л., Госэнергоиздат. 1963. С.12-16; 40, 41