

В.Б.Губин

# О ФИЗИКЕ, МАТЕМАТИКЕ И МЕТОДОЛОГИИ

- *О природе термодинамики*
- *Об аналогии между термодинамикой и квантовой механикой*
- *Деятельностный механизм формирования объектов в отражении*
- *Основания работоспособности теорий*
- *О природе и месте математики*
- *Критерии правильности в математике и в науках о реальности*
- *Очевидность как доказательство*

В.Б.Губин

О ФИЗИКЕ,  
МАТЕМАТИКЕ  
И МЕТОДОЛОГИИ

Издательство ПАИМС  
Москва 2003

УДК 536.75+530.145+51.01+165.4+167.7

ББК 22.3

Г 93

**В.Б.Губин. О физике, математике и методологии. -**  
М.: ПАИМС, 2003. – 321 с.: илл.

Книга представляет собой сборник статей автора, опубликованных с 1980 по 2002 год по проблеме согласования термодинамики и механики, о смысле энтропии и второго начала термодинамики, о механизме порождения и связи теорий, о природе и месте математики и о критериях правильности и доказанности в математике и в науках о реальности.

Сайты, на которых поставлены работы автора по этой тематике, включая книгу **«Физические модели и реальность. Проблема согласования термодинамики и механики»**, а также рекомендательный список 1300 книг **«Читайте хорошие книги»**:

<http://www.pfu.edu.ru/vgubin>, <http://www.sci.pfu.edu.ru/~vgubin>,  
<http://gubin.narod.ru>, <http://entropy.narod.ru>.

Просьба присылать отзывы и замечания на адреса электронной почты: [VBGubin@narod.ru](mailto:VBGubin@narod.ru), [VBGubin@adm.pfu.edu.ru](mailto:VBGubin@adm.pfu.edu.ru) или [Alexey.Gubin@z-a-recovery.com](mailto:Alexey.Gubin@z-a-recovery.com).

ISBN 5-89574-167-3

© В.Б.Губин, 2003

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В этом сборнике приведены 15 моих статей, опубликованных с 1980-го по 2002-й год. Они посвящены решению двух принципиальных научных проблем и, как оказалось, взаимосвязанным выводам из этих решений. Первая проблема, физическая - снятие противоречий между термодинамикой и механикой, над которой я по счастливому направлению старшего товарища по физфаку МГУ Игоря Соболякина, указавшего мне весной 60-го года впечатляющую популярную книжку начала века об энтропии, время от времени сильно думал, - в принципе решила в октябре 1969-го обнаружением, что контроль над частицами газа со стороны макропараметров характеризуется (при классической механике) ненулевой неточностью в действии, то есть что в появление термодинамики вносит принципиальный вклад субъективный момент - управление, контроль. Оказалось, что термодинамика есть не чисто природное явление, а наблюдение, видимость и описание, систематизация результатов определенной, ограниченной по широте использования возможностей, предоставляемых механикой, деятельности субъекта с механическим материалом. Сама механика не может породить вероятности и термодинамики, что давно известно и о чем постоянно напоминал наш лектор А.А.Власов (но, как многим другим представлялось, если и нельзя, то все равно очень хочется - так как других путей вроде бы и нет или построения страдают субъективностью).

Эта находка оказалась совершенно в духе интерпретации Смолуховским в начале XX-го века термодинамической необратимости не как чистого закона природы, а как впечатления обычного наблюдателя, не обладающего сверхъестественными способностями, способного увидеть только большие отклонения от равновесия и не способного дожидаться их очень нескоро повторных возникновений. Здесь же наблюдатель оказался еще и заинтересованным, активно действующим, преследующим определенные цели по передаче имеющейся кинетической энергии частиц газа для совершения определенной работы: странно было бы, если бы

частицы сами в нужное время дружно полетели бы ее совершать. Поэтому человек вынужден сам действовать, организуя эту передачу. Но тогда КПД оказывается непосредственно связанным с качеством реального управления и может быть несто процентным при любом качестве механики частиц, то есть мира без субъекта. То есть свойства самого материала могут быть не вполне теми, какими они прямо и непосредственно видятся из широкого круга фактов передачи масс материала, энергии и совершения работы. В целом выходит, что законы термодинамики оказываются не законами самой по себе природы а, так сказать, закономерными результатами специфического контроля над материалом, вплоть до прямого управления им путем целенаправленного механического (силового) воздействия.

Таким образом, хорошо известный и привычный механизм формирования наблюдаемой феноменологии - наложение на реально происходящее наблюдательных недостатков субъекта: огрубления, усреднения, размазывания и тому подобных упрощений более микроскопической картины (введение давления для газа как для сплошной среды, силы трения вместо многочастичного взаимодействия, сплошного электротока вместо движения дискретных зарядов, да и цельных предметов вместо конгломератов атомов), и менее известная безграничная во времени экстраполяция результатов ограниченных по точности и времени наблюдений (как это происходит при возникновении впечатления и, соответственно, закона необратимости, согласно интерпретации Смолуховского, впрочем, не принятой ни Ландау и Лифшицем, ни Пригожиным) - дополняется наблюдением не самого по себе материала, а результатов некоторой деятельности с ним, принимаемых за его собственное, безусловное поведение. Задачей физики по проникновению вглубь вещей является разделение вкладов в первоначально кажущуюся безусловной феноменологию на идущие от свойств материала и, в общем случае, от деятельности субъекта. Первоначально феноменология кажется самым миром. А после разделения на те вклады вновь найденные элементы материального уровня снова предстают как абсолютно объективные, без примеси субъективного вклада. И вновь

встанет задача уточнения материального фундамента и выяснения деятельности субъекта, приводившей к конкретной форме «предпоследней» феноменологии.

С другой стороны, попытка сформулировать критерий живого, связанная с возросшим интересом к свойствам наблюдателя, привела к пониманию, что в мире существует единственная граница, разделяющая две разные сферы мира - это наличие или отсутствие у объекта ощущения. А ощущение, во-первых, дает отношение к миру, отличное от того, что мы понимаем под бесстрастным физическим взаимодействием. Во-вторых, ощущение порождает меру, в силу которой в отражении мир представляется структурированным, разделенным границами, фактически выделяющими объекты-для-нас. В-третьих, ощущение обладает некоторой устойчивостью, что дает возможность видеть эти объекты относительно устойчивыми, а заодно - и возможность быть теориям сколько-нибудь работоспособными хотя бы в ограниченном круге условий.

Эти выводы из двух задач удачно сошлись в методологическом плане, существенно прояснив механизм формирования объектов в отражении мира в человеческом мозгу. Так, объекты термодинамики образовались, во-первых, в отражении (при том, что в реальности существует, хотя бы в модели, механика), а не в сфере реальности без субъекта. А в разных сферах существования разница в свойствах может быть допустимой, что как раз и снимает совершенно нетерпимое противоречие термодинамики и механики при представлении, что они существуют в одном и том же мире, на одном уровне. Во-вторых, без относительной устойчивости ощущений, приводящей к нетребованию бесконечной точности результатов, никакая теория, отличная от первичной механики, то есть и никакая термодинамика не могла бы оказаться сколько-нибудь применимой. Таким образом, работоспособность термодинамики (а на самом деле и самой конкретной механики) принципиально обязана относительной устойчивости ощущения. Самой по себе термодинамики в мире или в модели с механическими частицами нет.

В итоге стала ясной как день полная несостоятельность обычных редукционистских представлений о порожде-

нии термодинамики механикой. Термодинамика не есть функция механических переменных, как полагали чистые объективисты. Объекты в отражении порождаются как материалом, с которым производится деятельность, так и целью, способом и средствами деятельности с ним. А к редукционистским моделям связи объектов разных уровней весьма склонны прибегать ученые, перебирающие с объективизмом: как более или менее извинительно по привычке опасющиеся субъективизма, так и просто хорошо умеющие работать формально с функциями - величинами, определяемыми другими величинами, - так оперирующих в физике иногда называют лучшими математиками среди физиков.

А что же такое математика, к чему она относится, где ее сфера, и что она может? Математика есть формальная модель - типа ощущения - выработки отклика на данные обстоятельства при задании правил выработки вместе с мерой. Как формальной модели ей совершенно безразличны реальные обстоятельства, так что она просто служит средством, которое ученый может применять, а может и не применять - в зависимости от уместности применения. Таким образом, при совместном действии физики и математики математика является пассивной стороной. Она не может и не должна указывать физике, как ей быть, что к чему приравнивать. Наоборот: физика должна указывать, какие равенства из допускаемых математикой писать можно, а какие нет. Не все, что математикой не запрещено, в частной науке разрешено. Математическое равенство в физике должно означать, что левая часть каким-то образом моделируется правой. Основание для такого утверждения должно давать физическое исследование.

Соответственно, и критерии правильности физической теории (или любой другой теории реальности) вовсе не обязаны быть похожими на математические. В формальной математике доказательством является наличие точки в конце доказательства. А в науках о неисчерпаемой реальности совершенно строго ничего нельзя доказать, поэтому критерии истины в них другие, и ошибкой будет (и было) стремиться в них к математическому типу доказательства как к идеалу. Критерий правильности теории - ее согласованность со всем

другим знанием, что и является практической реализацией критерия общественно-исторической практики. Стоит заметить, что признание правильности теории о реальности или критики против нее, в отличие от простого усматривания точки в конце доказательства в математике, требует и некоторых нравственных усилий (в то время как в математике против точки в конце доказательства возразить невозможно).

Практически все изложенные в этом сборнике факты и идеи содержатся в моей книге «Физические модели и реальность: Проблема согласования термодинамики и механики» (вышла в 1993 г. в Алма-Ате: кстати в то время там оказался министром науки и вице-премьером мой сокурсник Г.А.Абельситов, - так что я физфаку МГУ кругом обязан; а печать этого сборника с авторского оригинал-макета спонсировали А.В.Губин и А.В.Ламанов, за что им “спасибо” от меня и от самой истины). Отдельные методологические моменты в сборнике разработаны более подробно (с не совсем уместными в одной книге повторами, хотя и не вредными для понимания). Но все же желательно предварительное знакомство с первой книгой, поскольку в ней постановка вопроса о парадоксах обоснования термодинамики рассмотрена полнее и, кроме того, всё изложение более последовательно привязано именно к этой проблеме, а она является лучшим примером, на котором строится и проверяется методология связи теорий, в том числе и принцип соответствия, понимавшийся до сих пор недостаточно четко.

В сборнике даются практически исходные авторские тексты. Опущенные при печати по разным причинам части здесь восстановлены и выделены фигурными скобками {}.

Я благодарен редакторам «Журнала физической химии» Л.А.Блюменфельду, «Философских наук» Ю.А.Зиневичу и «Вопросов философии» В.А.Лекторскому за публикацию моих довольно необычных статей, которые рецензентами (кроме одного) отнюдь не приветствовались.

Я благодарен всем своим родным - тем, кто есть, и тем, кто был, - за преподанную мне науку, за вынужденное и понимающее долготерпение и поддержку. Невозможно также забыть уважительный и побуждающий к науке, знаниям и нужной работе общественный настрой и вообще дружеский дух окружения в 40-х - 50-х годах в Болохово и Липках Тульской области и во всей стране.



Труды семинара «Время, хаос и математические проблемы». Вып. II. - М.: Книжный дом «Университет». 2001 г. С. 177-192.

## О ПРОБЛЕМЕ СОГЛАСОВАНИЯ ТЕРМОДИНАМИКИ И МЕХАНИКИ

В.Б.Губин

*Российский университет дружбы народов*

Анализируются проблемы согласования термодинамики и механики, а также наиболее известные предложения по их решению. Сделан вывод об адекватности подхода Смолуховского к вопросу согласования обратимости механики и термодинамической необратимости и о его применимости в более широком плане. Показано, что при выяснении статистического смысла понятия энтропии принципиальным является учет контроля над частицами с помощью макропараметров, который, естественно, не является точным и однозначным. Оказывается, что он характеризуется ненулевой неточностью в действии (и при классических частицах), являющейся адиабатическим инвариантом. С этой неточностью можно связать энтропию, которая становится, таким образом, характеристикой неточности контроля над системой.

### I. ВВЕДЕНИЕ.

Проблеме согласования термодинамики и механики больше ста лет. Многие привыкли к традиционным «учебниковым» интерпретациям и к их же недосказанностям. Предлагаемый здесь подход мог бы появиться уже во времена Максвелла или в крайнем случае Смолуховского. Поэтому, во-первых, физикам следует перенестись мысленно в начало века и на время отвлечься от традиционных квазиобъяснений, содержащих слова «распределение» и «ансамбль», которые сами требуют сложного разъяснения.

Во-вторых, не следует все поминать слово «природа», так как рассматриваемая проблема касается согласования четко определенных, фактически математических моделей, существующих на бумаге. Математики же должны с пониманием отнестись к тому, что физические доказательства не являются чисто формально-логическими. Это в математике не возникает сомнений, когда в доказательстве можно и следует поставить точку. В физике же главным критерием правильности подхода является его естественная согласованность со всем другим знанием, чего без некоторой интуиции невозможно увидеть.

## II. ТРУДНОСТИ СОГЛАСОВАНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ НЕОБРАТИМОСТИ С МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАТИМОСТЬЮ.

2-й закон термодинамики не связывает монотонную направленность движения в одну сторону - к равновесию (к максимуму энтропии) - с начальными условиями. С другой стороны, набор частиц, входящих в состав термодинамической системы и движущихся по механике, имеет полное право двигаться как в одну сторону, так и в противоположную - в зависимости от знаков скоростей, т.е. от начальных условий, причем, по-видимому, эти противоположные варианты должны реализовываться практически равновероятно.

Противоречие этого вида было обнаружено больше 120 лет назад. В 1872 г. Больцман на основе своего кинетического уравнения доказал знаменитую H-теорему. Он рассматривал изменение распределения частиц газа по скоростям в результате взаимных столкновений частиц. У него получилось монотонное изменение распределения в сторону увеличения энтропии с предельным состоянием в виде максвелловского распределения. (В связи с этим вспоминается известная физическая теорема: через две точки

всегда можно провести кривую, притом единственным образом.) На это доказательство возразил Лошмидт, указав, что если в какой-то момент движения к равновесию обратить скорости, то в соответствии с механикой система пойдет обратно, удаляясь от равновесия, и это будет стопроцентно для всех систем, а термодинамика это запрещает. В ответ Больцман якобы сказал: «Пойдите и обратите их!» С одной стороны, верно, но с другой - все же остается неясным, с какой стати одно направление скоростей оказывается стопроцентно предпочтительным.

Позже на основании теоремы Лиувилля о сохранении фазового объема механической системы Пуанкаре доказал возвратную теорему: для замкнутой изолированной системы можно указать конечное время, в течение которого фазовая точка системы хотя бы один раз вернется в заданную окрестность исходной точки. Цермело обратил утверждение этой теоремы против доказательств одностороннего движения систем из механических частиц. И это было правильно.

Кстати говоря, объяснение Пригожиным необратимости с помощью его «принципа отбора» - предположения о выборе природой только тех наборов скоростей, которые приводят к движению в сторону роста энтропии, - должно быть отвергнуто, в частности, также из-за возвратной теоремы, так как никакой выбор начальных скоростей не уничтожает квазиобратимости.

### III. ОБЪЯСНЕНИЕ НЕОБРАТИМОСТИ СМОЛУХОВСКИМ.

В начале XX века Смолуховский показал, что возникает лишь *впечатление* необратимости: «...кажущиеся необратимыми процессы в действительности являются обратимыми.» [1] «Представляется ли нам какой-либо ... процесс обратимым или необратимым..., зависит ... только от начального состояния и от продолжительности наблюдения.» [2]

Движущиеся частицы редко группируются так, чтобы образовывалось сильно неравновесное состояние. Наблюдатель же практически видит только большие отклонения, которые после рассасывания возникают вновь очень редко, через огромные (в среднем) промежутки времени, и из-за ограниченности времени наблюдения их возвраты не наблюдаются. В механике (фактически - в математике) нет понятий «нерезко» (видно), «долго» (ждать) и «много» (частиц), поэтому она сама не может примириться с необратимостью, а для человека они есть, и в широких условиях он видит необратимость.

Объяснение Смолуховского было большинством физиков принято как в высшей степени естественное. Но с течением времени и по мере нарастания формализаторских тенденций в физике термодинамическая необратимость постепенно стала снова рассматриваться вполне объективистски как закон природы, существующий без наблюдателя. Во втором (синем) издании «Большой советской энциклопедии» работы Смолуховского по этим вопросам упоминаются, а в третьем (красном) издании уже нет. А вот заявление Л.Д.Ландау и Е.М.Лифшица в курсе «Статистическая физика» [3]: «...связывание физических законов со свойствами наблюдателя, разумеется, совершенно недопустимо.» А в итоге: «Вопрос о физических основаниях закона монотонного возрастания энтропии остается ... открытым.» Пригожин также отвергал принципиальную роль наблюдателя в трактовке необратимости. [4]

#### **IV. ПРИГОТОВЛЕНИЕ НЕРАВНОВЕСНОГО СОСТОЯНИЯ. ТЕРМОДИНАМИКА НЕ ВЫДЕЛЯЕТ НАПРАВЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ.**

Смолуховский разъяснил общую тенденцию систем стремиться к равновесию в конечном счете, причем в обоих направлениях времени, без выделения его знака. Это

является необходимым условием согласования термодинамики с механикой. Он не разъяснил более локального случая.

Когда мы попадаем в отклонение от равновесия, то почему никогда не оказываемся на левом его склоне? (Чтобы не попадать на левый склон, раньше даже представляли вместо

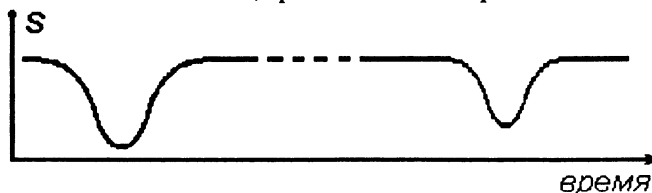


Рис. 1.

кривой из рис.1 патологическую кривую, имеющую минимум в каждой точке, но не постоянную.) Почему горячий чай никогда сначала не нагревается хотя бы еще немного, чтобы уже потом двинуться без оглядки к равновесию? Ведь разница температур чая и воздуха указывает только на разницу кинетических энергий частиц чая и воздуха, а кинетическая энергия квадратична по скоростям. Знаков скоростей мы не знаем, и все же надежно предсказываем движение в сторону остывания чая!

Ответ получается применением того же подхода Смолуховского.

Пусть у нас есть газ в замкнутом объеме. Мы никогда случайно не попадем в отклонение от равновесия. Поэтому неравновесное состояние надо специально приготавливать. Мы не попадаем в отклонение, а его приготавливаем. А как это сделать? Реально это можно сделать, например, объединением двух взаимно неравновесных систем. Что тогда получится? Берем системы. Подавляюще вероятно, что эти системы по отдельности равновесны. Следовательно, распределения скоростей у них симметричны по знаку. Тогда и в объединенной системе распределение по скоростям также симметрично по знаку. То есть у скольких частиц скорости направлены в одну сторону, у стольких же скорости

направлены в противоположную сторону. Какое макроскопическое движение мы тогда увидим?

Пусть у некоторых частиц скорости направлены так, что образуется (макро)движение в сторону равновесия вправо вверх под углом  $\alpha$  к горизонтали на кривой зависимости энтропии (или степени равновесия) от времени (как на рис. 1). Но ввиду равновероятности направлений скоростей такой же набор частиц будет образовывать движение в сторону от равновесия, причем с углом  $(-\alpha)$  к горизонтали. Поэтому общее движение в первый момент будет направлено по горизонтали. Это означает, что система была приготовлена в самой глубокой точке отклонения от равновесия. Из этой точки движение может происходить только вверх - как при движении вправо, так и влево, как вперед по времени, так и назад (рис. 2). Чай не нагреется еще больше за счет энергии воздуха - даже если обратить скорости! То есть наблюдаемое движение к равновесию не дает возможности выделить знак времени, термодинамика не выделяет знака времени. Согласование с механикой получено.

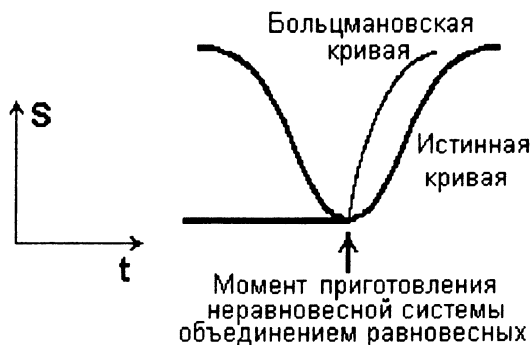


Рис. 2

## V. ЧТО ТАКОЕ МАКСВЕЛЛОВСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ?

Равномерное распределение в координатном пространстве представляется вполне естественным и понятным. Но

максвелловское распределение тоже имеет довольно простой смысл. В импульсном пространстве при фиксированной суммарной энергии равномерное заполнение энергетической поверхности дает следующее. Плотность вероятности обнаружить частицу с импульсом в интервале от  $p$  до  $p+dp$  пропорциональна площади этой поверхности (кольца) между этими плоскостями. Её легко посчитать при одинаковых массах частиц и сферической энергетической поверхности

$$\sum_{i=1}^N p_i^2 / 2m = E.$$

Оказывается, что эта функция - площадь кольца на сфере - есть

$$w_N(E, p) = c_N \left(1 - \frac{1}{E} \frac{p^2}{2m}\right)^{\frac{N-3}{2}}.$$

При неограниченном росте числа частиц  $w$  стремится к экспоненте:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{E} \frac{p^2}{2m}\right)^{\frac{N-3}{2}} = \exp\left(-\frac{p^2}{2m} \frac{N}{2E}\right) = \exp\left(-\frac{p^2}{2mkT}\right).$$

То есть максвелловское распределение есть иносказание равномерного распределения на энергетической поверхности в пространстве переменных всех импульсов - при большом числе частиц.

В ультрарелятивистском пределе одночастичная плотность

$$w'_N(E, p) = c'_N \left(1 - \frac{pc}{E}\right)^{N-2}$$

при  $N \rightarrow \infty$  также переходит в экспоненту.

## VI. ВИДИМАЯ ПРИЧИНА НЕОБХОДИМОСТИ ХОЛОДИЛЬНИКА.

Теперь перейдем ко 2-му закону термодинамики в формулировке Томсона: циклической тепловой машине

нужен холодильник. При анализе работы тепловой машины выясняется, что надо учесть одну позицию, кажется, совсем чуждую физике, как мы ее понимали.<sup>1)</sup>

Пусть в объеме (цилиндре машины) есть газ. Нагреватель передает ему тепло, и в объеме создается давление. При отодвигании стенки (поршня) давление совершает работу, а газ охлаждается, давление уменьшается.

В циклической машине поршень следует вернуть в исходное положение. Но при вдвигании поршня надо будет затрачивать работу на преодоление давления, причем практически ту же, которая была получена при расширении. То есть за цикл полезной работы не получим. Поэтому перед обратным ходом надо сбросить давление, чтобы затратилась меньшая работа. Сбросить можно путем передачи части тепла другим телам - холодильнику.

Заметим, что здесь холодильник применен для обхода обратимости процесса расширения-сжатие, возникающей при обратимой механике.

## VII. ОБ УСЛОВИЯХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ ТЕРМОСТАТИКИ.

И все-таки 2-й закон не есть следствие обратимости механики. Он вообще из одной механики не возникает.

---

<sup>1)</sup> Впрочем, А.Пуанкаре говорил в 1904 г.: «...принцип Карно (2-й закон. - В.Г.) есть принцип несовершенный - нечто вроде уступки слабости наших чувств: только потому, что глаза наши недостаточно остры, мы не различаем элементов в смесях; лишь оттого, что *наши руки слишком грубы* (курсив мой. - В.Г.), мы не можем эти элементы разделить; демон, придуманный Максвеллом, который мог бы сортировать отдельные молекулы, сумел бы дать Вселенной обратный ход». Неостановимое броуновское движение «противоречит принципу Карно. Если так, то нам более не нужен бесконечно изощренный глаз максвеллова демона, чтобы видеть обратный ход мирового механизма: достаточно нашего микроскопа.» [5]



Требуется кое-что еще. Это чувствуется уже потому, что механика может сделать все, что не противоречит законам сохранения. Поэтому странно было бы, если бы именно механическая природа (модельного) мира не позволяла использовать всю имеющуюся энергию.

Рассмотрим простейшую модель тепловой машины. Возьмем отрезок (одномерный объем), вдоль которого движется частица, упруго отражаясь от его твердых концов (стенок). Будем медленно отодвигать конец отрезка (поршень). Когда частица ударяется об отодвигающуюся (надвигающуюся) (массивную) стенку, ее скорость после упругого удара уменьшается (увеличивается) на две скорости стенки. Так при отодвигании поршня ему передается часть энергии частицы. В пределе медленных движений стенок по сравнению со скоростью частицы число ударов частицы о стенку стремится к бесконечности, а относительный разброс ударов - к нулю. В результате энергия частицы  $E$  однозначно зависит от «объема»  $L$ , как будто объем с частицей становится похожим на сплошную упругую жидкость.

В адиабатическом пределе произведение длины отрезка  $L$  на скорость частицы  $v$  есть адиабатический инвариант:

$$Lv = \text{const.}$$

Отсюда

$$dE/2E = -dL/L, \quad (1)$$

$$EL^2 = \text{const.} \quad (2)$$

В таком случае изменение энергии частицы при движении вперед-назад обратимо, чем и вызывается необходимость холодильника.

Дальше. Давление есть отношение импульса, переданного частицей стенке, ко времени измерения. Нефлуктуирующему давлению классической термодинамики соответствует предел такого давления при больших временах измерения, что возможно в покое или в адиабатическом пределе:

$$P = 2E/L. \quad (3)$$

Из (2) и (3) получается одномерный аналог адиабаты Пуассона:

$$PL^3 = \text{const.}$$

Из (1) и (3) получается связь:

$$PdL = -dE,$$

т.е. в адиабатическом пределе давление  $P$  оказывается обобщенной силой, сопряженной обобщенной координате  $L$ . Возникающее замкнутое термодинамическое описание как бы отображает особый мир, новую сущность, в которой частицы оказываются ненаблюдаемыми, отсутствующ.

Итак, для выигрыша в работе за цикл можно перед обратным ходом часть энергии частицы отдать «холодильнику». Можно, но не обязательно.

### VIII. НЕОБХОДИМОСТЬ ХОЛОДИЛЬНИКА КАК СЛЕДСТВИЕ НЕТОЧНОГО КОНТРОЛЯ НАД СИСТЕМОЙ.

В принципе механика позволяет сжать объем без затраты работы. Адиабатические инварианты получаются при условии отсутствия параметрического резонанса. Можно, например, все время вдвигать поршень с любой скоростью, останавливая его лишь в моменты подлета к нему частицы, а после удара, не меняющего энергию, снова продолжать вдвигание. Или можно, скажем, выбрать момент, когда частица находится где-то в исходной области, и быстро задвинуть поршень (конец отрезка). Так можно поступать при любом числе частиц. Механике безразлично, сколько частиц имеется, у нее нет понятия «много». Могут также сказать, что при большом числе частиц слишком долго ждать, когда же частицы соберутся в исходной части объема, чтобы задвинуть поршень. Но в механике нет понятия «долго». Могут еще сказать, что при большом числе частиц слишком сложно вдвигать поршень, притормаживая его при подлетах каждой частицы. Но в механике нет понятия

«сложно». Все эти понятия есть не у механики, а у человека, который использует механику.

Если человек действует, не используя всех возможностей механики, то результат может быть хуже, чем тот наилучший, который в принципе достижим при использовании всех ее возможностей. В конечном счете важно не то, что вообще можно сделать, то есть что вообще позволяет сделать мир, а то, что делается реально. Для достижения некоторого результата важен реальный контроль, а почему реализуется именно этот контроль - это уже другой вопрос, ответы на который могут быть разнообразными. Пусть, например, мы научились хорошо управлять и можем сделать машину без холодильника. Но ведь хуже работающую машину мы всегда можем сделать. Не станем же мы объявлять ее плохое качество прямым и неизбежным следствием свойств мира! И старые машины будут работать по-старому, и их работа будет описываться обычной термодинамикой - так не будем же мы в такой ситуации считать ее законы законами природы самой по себе, не зависимыми от специфической деятельности субъекта!

Термодинамические свойства, парадоксальные с точки зрения механики, появляются не из-за механики. Механика не порождает термодинамики, и нельзя считать, что порождает, не получая взамен парадоксов. Поэтому термодинамику нельзя вывести из механики, что обычно только и пытаются сделать, получая неожиданно всякие неясности, трудности, противоречия и парадоксы. Например: возвратная теорема не допускает необратимости; эргодичность невозможна из-за теоремы Брауэра об инвариантности размерности; квазиэргодичность не дает правильных времен релаксаций; для подсчета термодинамической вероятности вы разбили объем вертикально, а я горизонтально и получил другой результат, - кто же прав?

Большинство не видит принципиальных трудностей. Так, у И.Неймана [6] читаем: «...знание  $2k$  параметров (при  $k$

степенях свободы. - В.Г.) позволило бы описать... поведение причинно, но теория газов использует лишь два: давление и температуру, которые являются определенными, сложными функциями этих  $2k$  параметров.» Нет, неправильно. Они не являются функциями этих  $2k$  параметров в том смысле, что не порождаются ими как, например, электрическое поле зарядом. Аналогичный дефект существует и в доказательствах запрета детерминистских субквантовых, так называемых скрытых, параметров. А.И.Ахиезер и Р.В.Половин в известной статье 72-го года в «Успехах физических наук» [7] рассматривают и в явном виде записывают квантовые наблюдаемые как функции скрытых параметров, после чего, естественно, приходят к выводу, что в таком случае квантовая механика была бы невозможна, а так как она все-таки есть, то субквантовые переменные должны отсутствовать. Обращение к подобной функциональной связи есть следствие не преодоленного редукционистского подхода, когда объект пытаются сводить к его элементам, как картину к краскам.

Итак, необходимость холодильника не следует из самой механики, а следует из характера контроля над частицами, над процессом передачи энергии от них поршню.

## **IX. НЕОБХОДИМОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕЛАЕМОГО РЕЗУЛЬТАТА. В КАКОМ МИРЕ СУЩЕСТВУЕТ КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ?**

Посмотрим на смысл происходящего с тепловой машиной. У частиц газа в объеме есть энергия. Требуется ее использовать для совершения работы. В принципе можно с помощью манипуляций поршнем, основанных на точных замерах состояния частиц и механических расчетах, забрать у частиц всю энергию. Механика это позволяет. Но если такие точные и тщательные действия не делаются, если движения поршня не согласовывают, не коррелируют специально с состоянием частиц, то желаемый результат не может быть

гарантирован. А в реальности они и не делаются: поршень движется, так сказать, наобум. Так как же тогда ожидать, что мы можем обойтись без каких-либо неприятностей типа несто процентного КПД?

Вопрос о контроле над системой для достижения некоторого результата поднимался уже очень давно. Тут можно вспомнить Максвелла и Сциларда.

Известная история с «демоном» Максвелла, достаточно точно контролирующим частицы и поэтому позволяющим обходиться без холодильника, - показательный пример того, как с водой выплескивают ребенка. Обоснованно или необоснованно показывая неосуществимость подобного устройства, опускали тот факт, что как раз плохой контроль - независимо от вызвавшей его причины - и соответственно плохое управление процессами и есть то, что совместно с механикой приводит к обычной работе тепловой машины, к необходимости для нее холодильника. Качество контроля в явном виде и надо было включить в обоснование термодинамики. А почему контроль именно такой - это уже другой вопрос. Однако из-за объективистской традиции ни к чему помимо механики не обращались, почему и оказалось невозможным объяснить термодинамику. Поэтому же и доказательства невозможности демона были тавтологичны: он, мол, перестанет различать частицы потому, что покраснеет (нагреется). И это по сути термодинамическое объяснение приводилось для обоснования термодинамики!

Итак, в *модельном* мире с классической механикой холодильник не является необходимым. Но могут сказать, что в *реальном* мире в случае многих частиц невозможно точно осуществить нужные движения поршня или другие подобные процедуры. Очень может быть, - но это надо доказывать независимо, не опираясь на еще не доказанную невозможность, в частности - на термодинамику. Сомнительно, что это вообще можно сделать.

Обратим внимание на смысл одного термина в термодинамике, совершенно, по-видимому, чуждого науке физике. Это КПД - коэффициент *полезного* действия. Кому полезного? Чисто объективному миру совершенно все равно, куда перейдет энергия частиц газа, лишь бы она сохранялась. Объективного подразделения по критерию полезности нет. Это человек подразделяет части энергии на полезные и бесполезные. У него есть заинтересованность одновременно со слабостями, ему удобно или неудобно, сподручно или несподручно работать с тем или иным размещением энергии по объектам. А не направляемое специальным и достаточным образом движение энергии не всегда приводит к желательному для человека результату. Тут и возникает нестопроцентный КПД.

Нельзя некритично связывать результат только со свойствами природы, как это делалось при объяснении необходимости холодильника и нестопроцентного КПД. Пусть, скажем, мы вообще ничего не предпринимаем для получения работы. Не будем же мы в этом случае возводить неполучение работы в ранг закона природы!

## Х. КОНТРОЛЬ НАД ЧАСТИЦАМИ С ПОМОЩЬЮ МАКРОПАРАМЕТРОВ ХАРАКТЕРИЗУЕТСЯ НЕНУЛЕВОЙ НЕТОЧНОСТЬЮ В ДЕЙСТВИИ.

Попробуем теперь описать качество контроля. На адиабате по отношению к макропеременным он вполне однозначен. Но по отношению к микропеременным однозначности нет.

Ясно, что частицы контролируются с помощью стенок. Очевидно, этот контроль не очень хорош, непосредственная связь с объектом контроля внутри объема отсутствует, там координата в соответствующей степени неопределенна - по отношению к задаче управления. В принципе дело можно было бы поправить, если отмечать времена ударов о стенки, да и места ударов, а затем по механике пересчитывать последующее движение частиц. Но при работе машины

ничего этого не делают, а за временем вообще не следят. Поршень движется не на основании точных механических данных и расчетов, а как бог ему на душу положит. И не важно, почему не делают и не следят. Не делают и всё - результат будет зависеть от того, что действительно делают.

Оценим неточность реального контроля над частицами, осуществляемого с помощью данных об объеме и давлении.

Предположим, что мы замеряем давление, которое в одномерном случае есть отношение импульса, переданного стенке, ко времени измерения. Предельное, бесконечно долго измеряемое давление реально не является наблюдаемым. Оно «наблюдаемо» лишь в идеальной схеме безвременной термодинамики. Итак, набираем удары за интервал  $\Delta t$  (рис. 3). Пусть оказалось  $n$  ударов. Давайте проверим еще раз. Снова ждем в течение интервала  $\Delta t$ , правда, положение интервала специально не выбираем - соответственно отсутствию специального выбора временного характера движения поршня. Тогда число ударов может оказаться отличным от первого на единицу.

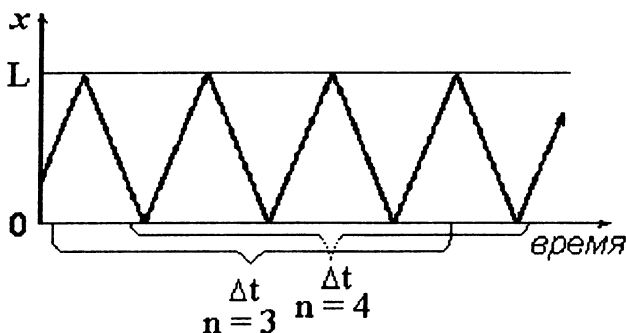


Рис. 3.

Следовательно, давление мы будем знать с неточностью  $2p/\Delta t$ , где  $p$  - импульс частицы. Если теперь мы захотим найти энергию частицы, подставив данные об объеме и

давлении в уравнение (3), то мы ее найдем, но с неточностью, обратно пропорциональной  $\Delta t$ :

$$\Delta = \Delta E \cdot \Delta t \sim I p.$$

Таким образом, контроль над микросистемой с помощью макропараметров характеризуется ненулевой неточностью в действии. Это приятно в двух отношениях.

1. Насколько я в курсе, до сих пор считается, что без квантовой механики никакой неопределенности в действии не бывает. Это понятно, так как на уровне самой механики это верно, а только об этом уровне физики почти всегда и думали. Важно то, что в нашем случае появился в чем-то похожий на квантовую механику пример замкнутой макромоделю с детерминистскими скрытыми параметрами, но с неточностью в действии. При этом видно, что редукционистской связи между макро- и микроуровнями нет. Макроуровень - термодинамика - появляется только как отражение некоторых результатов определенного обращения с элементами микроуровня.

2. Во-вторых, появление неточности в фазовом пространстве желательно из-за того, что энтропию определяют как логарифм фазового объема, а с его появлением и поведением в классике есть очень большие проблемы.

## **ХІ. ЭНТРОПИЯ КАК ХАРАКТЕРИСТИКА НЕТОЧНОСТИ КОНТРОЛЯ. ТЕПЛОВАЯ ЭНЕРГИЯ - ЭТО ПЛОХО КОНТРОЛИРУЕМАЯ ЭНЕРГИЯ.**

Ясно, что эта неточность в действии характеризует не систему саму по себе (частицы и стенки объема), а контроль над системой. Ясно также, что чем эта неточность больше, тем контроль хуже, грубее. А чем хуже контроль, тем меньше возможностей воспользоваться имеющейся кинетической энергией частиц, т.е. КПД ниже. Но аналогичным неприятным свойством обладает энтропия - ее рост связывают с нарастающим обесцениванием энергии.



Дальше. Известно, что энтропия сохраняется на адиабате. Но на ней же сохраняется и неточность контроля  $\Delta$  - она есть адиабатический инвариант.

Тогда, во-первых, одинаковое поведение позволяет связать энтропию и неточность в действии функционально - просто одну величину заменять какой-то функцией от другой величины, скажем,  $S = S(\Delta)$ . Во-вторых, из-за почти явной качественной близости этих двух величин в отношении возможностей использовать кинетическую энергию их надо бы связать и по существу. Причем очевидно, что неточность первична по отношению к энтропии, так как она объясняет причину и смысл обесценивания энергии. В-третьих, практически очевидно, что неточность следует подставить вместо фазового объема, логарифмом которого должна являться энтропия, а перед логарифмом должен стоять плюс. В таком случае записываем:

$$S = k \ln(Lp) - S_0,$$

где  $S_0$  - начало отсчета. Понятно, что в классическом случае можно пользоваться только разностью значений энтропии в различных состояниях.

Между прочим, в термодинамике температура - величина не менее сложная, чем энтропия, и определяется она через энтропию:

$$T \equiv \left( \frac{\partial S}{\partial E} \right)^{-1} = \left[ k \frac{\partial p}{\partial E} / p \right]^{-1} = \frac{PL}{k} = \frac{2E}{k},$$

то есть на одну степень свободы (которая здесь у нас только и есть) приходится половина  $kT$ .

Таким образом, тепловая энергия - это не энергия «хаотического движения», которое у классической механической системы не может быть определено, а в некотором смысле плохо контролируемая энергия. При точном механическом контроле у частиц есть кинетическая энергия, при рас-

смотренном же грубом контроле, когда и сами частицы не видны, она выступает уже как тепловая энергия.

Отмечу кратко, что аддитивность энтропии является не следствием тождественности частиц (тем более квантовой - как будто в классическом мире тепловая машина не работала бы обычным образом), а следствием динамики процессов, когда давление зависит только от суммарной энергии частиц.

## XII. НЕОБРАТИМОСТЬ ОГРУБЛЕНИЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ.

Вернемся к рассмотренному циклу тепловой машины. После расширения по адиабате ввиду обратимости движения по ней часть тепла надо сбросить в холодильник. Как это сделать?

Будем представлять холодильник также в виде объема с газом той же плотности, что и в цилиндре в конце расширения, но более низкой температуры. Приведем оба объема в тепловой контакт или просто уберем перегородку. Первоначальный контроль макропараметрами над двумя отдельными объемами теряется, возникает контроль над всем газом в суммарном объеме. В результате контроль очевидно ухудшается, а энтропия возрастает.

Обычно говорят, что газы из двух объемов при убирании перегородки перемешаются, произойдет их взаимная диффузия. Однако с точки зрения механики (математики), видящей только частицы, а не два газа как некие цельные, чем-то внутренним объединенные группы, перемешивание лишено смысла. Когда говорят, что частицы перемешиваются, когда одни из них появляются *между* другими, то выражаются неточно. Относительно самих по себе точек в объеме нельзя сказать: что одни точки находятся между другими. А вот с точки зрения контроля более грубого, чем механический, можно и естественно говорить о подразделении частиц на группы, по-разному контролируемые. И только по отношению к такому неточному контролю,

в частности к контролю с помощью параметров объем и давление, можно говорить, что при убиении перегородки газы перемешаются, более подробный контроль сменится менее подробным. При таком «перемешивании» результирующая температура достигается однозначно:

$$T = \frac{T_1 N_1 + T_2 N_2}{N_1 + N_2},$$

где  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $N_1$ ,  $N_2$  - исходные температуры и числа частиц в двух объемах. Всегда, без флуктуаций

$$\max\{T_1, T_2\} \geq T \geq \min\{T_1, T_2\},$$

$$S \geq S_1 + S_2.$$

После этого разделить газы по прежним объемам с возвращением первоначальных значений температур практически нельзя в рамках контроля с помощью макропараметров, не прибегая к точным механическим манипуляциям. Контроль с помощью макропараметров предлагает для обратного разделения объемов только один способ: введение перегородки наугад. Тогда, по Смолуховскому же, мы получим у разделенных объемов одинаковые температуры. А в термодинамической модели объем с однородной рабочей «жидкостью» делится перегородкой на части вполне однозначно. При таких действиях вернуться к исходному неравновесному состоянию практически невозможно.

Возражение против такой необратимости, основанное на возвратной теореме Пуанкаре, снимается пониманием, что макросостояние, и в частности его параметр - энтропия, не является функцией фазовой точки системы частиц. Поэтому возвращение фазовой точки в  $\varepsilon$ -окрестность исходной точки не приводит автоматически к возвращению макросостояния. Макросостояние можно было бы вернуть в тот момент, но для этого надо было бы специально произвести действия, основанные на знании микросостояния. А такие действия

в рамках грубого термодинамического контроля не определены.

Таким образом, *огрубление термодинамического контроля в рамках этого контроля строго необратимо*. Вот что в действительности необратимо: потеря контроля в рамках грубого контроля. Кратко говоря, термодинамическая необратимость - это не закон природы, а закон управления.

### ХIII. ЭНТРОПИЯ БЕЗ СУБЪЕКТА НЕ СУЩЕСТВУЕТ.

Сделаю общее методологическое заключение о смысле и месте энтропии. Помимо двух свойств наблюдателя, которые существенно использовал Смолуховский, здесь понадобились еще более субъективные вещи: это заинтересованность и наличие цели и действий той или иной точности. Сама энтропия как характеристика контроля не существует без субъекта. Это первый отчетливый пример физической величины, которая не существует без субъекта. Энтропия вообще не является характеристикой системы самой по себе - ни точной, ни приближенной. Она никак не указывает место системы в фазовом пространстве, а только указывает размер неопределенности, с которой контроль «видит» систему в этом пространстве. Полезное ее значение заключается в том, что она, будучи использована вместе с характеристиками реального состояния, может дать оценку качества результатов, получаемых при таком контроле. Но, конечно, в сфере замкнутой в себе феноменологической термодинамики, которая не видит ни частиц, ни времени, энтропия выступает как реальная функция состояния этого «термодинамического мира».

Изложенные и связанные с ними вопросы рассмотрены в работах [8-16].

#### XIV. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

1. Когда система термодинамическая? Термодинамика, как считали и считают, имеет дело с системами (или наборами, конгломератами) с большим числом частиц. Но ответ таков: система механическая - если есть хороший контроль. В той мере, в какой он хорош, она выступает как механическая. Если же он плох (типа термодинамического), то система выглядит, представляется как термодинамическая.

Когда система механическая? Да когда ее хорошо контролируют. Например, отдельно лежащий большой и хорошо видимый камень - явно представляется нам механическим. Даже если мы его не сдвинем с места, он для нас выглядит в принципе контролируемым. Вращающиеся части станка - тоже для нас механические, так как они приемлемых размеров, их число обозримо и с ними мы в состоянии достаточно точно оперировать. Электрическая энергия в проводах - тоже хорошая, *поскольку* хорошо контролируема.

2. Неверны иллюстрации термодинамической вероятности состояния как объективной характеристики наличного материала (безотносительной к контролю) с помощью картинок с мысленным разбиением объема на части с последующим подсчетом полиномиальной вероятности. Это ясно уже по тому, что различные разбиения, приводящие к разным ответам для одного и того же расположения одних и тех же частиц, объективно равновозможны, ни одно из них не предпочтительнее другого. Никакого объективно выделенного разбиения нет.

Однако указанная иллюстрация не вовсе ошибочна и бессмысленна. Только она изображает *условную* оценку состояния - как если бы объем был действительно разбит данным образом перегородкой и с так разбитой системой проводились манипуляции с помощью термодинамического контроля. То есть картинка иллюстрирует оценку системы по отношению к контролю при таком-то разбиении, если бы оно было осуществлено реально. О том, что эта оценка относится

именно к реальным действиям, а не к системе самой по себе, говорит тот факт, что на картинках показывают простые формы разбиения - прямыми линиями и к тому же проведенными по простому: вертикально или горизонтально. Здесь явно видно влияние, отпечаток типичного характера человеческой деятельности: в ней простые действия предпочтительнее, а слишком сложные невозможны. А если бы кто стал играть в объективность и выбирать разбиения случайным образом из мешка, в котором собраны все абстрактно возможные разбиения, то вероятность выбора показываемых на картинках простых разбиений оказалась бы равной нулю. Аналогичное можно сказать о числе и размерах подобъемов, на которые следует разбивать исходный объем. Ведь и действительно иногда возникал вопрос: на сколько объемов надо разбивать объем, когда следует остановиться или надо разбивать до бесконечности? Так вот надо разбивать объем на столько подобъемов, на сколько это собираются сделать в реальности, а до бесконечности мельчить вообще не следует, так как на практике это не может быть осуществлено, а безотносительно к практике подобные оценки лишены смысла.

3. Часто интуитивно, как бы естественным образом, оценивают степень равновесности и отклонение энтропии от максимума у распределений газовых масс, даже не замкнутых: там-то плотное облако горячих газов, в другом месте - тоже много газа, но более холодного, и т.д. Следовательно, эта система еще далека от равновесия, она будет стремиться к большему равновесию, и ее энтропия будет возрастать. В такой оценке содержится следующее рациональное зерно.

Дело в том, что неявно фактически об этих облаках газов думают не в механическом смысле, когда можно сколь угодно точно контролировать все частицы по отдельности, а именно в термодинамическом смысле, который реально существует только в связи с таким грубым контролем. Так

вот если бы указанные области газов были бы по отдельности окружены стенками и с полученными объемами с газом производилась бы работа обычным в термодинамике образом, то для каждого объема получилась бы энтропия как характеристика термодинамического контроля, а энтропия всей системы была бы равна сумме энтропий этих объемов. Безотносительно же к контролю никакого понятия равновесности и энтропии не существует. Дальше. При том, что в действительности объемов, окружающих газовые облака, нет, эти облака будут разбегаться и перемешиваться, так что вся система будет переходить к большему равновесию с возрастанием энтропии. Но это последнее изменение также имеет смысл только по отношению к новому выделению областей газа стенками по приблизительно устанавливаемым границам неоднородностей, как и оценка исходного состояния.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Смолуховский М. // Эйнштейн А., Смолуховский М. Брауновское движение. - Л.: ОНТИ, 1936. С. 303.
2. Смолуховский М. // Там же. С. 197.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. - М.: Наука, 1976. С. 47-48.
4. Пригожин И. Время, структура и флуктуации // Успехи физических наук, 1980. Т. 131. Вып. 2. С. 185-207.
5. А.Пуанкаре. Ценность науки // О науке. - М.: Наука, 1983. С. 238-239.
6. Нейман И. Математические основы квантовой механики. - М.: Наука, 1964.
7. Ахиезер А.И., Половин Р.В. Почему невозможно ввести в квантовую механику скрытые параметры // Успехи физических наук, 1972. Т. 107. Вып. 2. С. 463-479.

8. Губин В.Б. Энтропия как характеристика управляющих действий // Журнал физической химии, 1980. Т. 54. № 6. С. 1529-1536.
9. Губин В.Б. Некоторые требования к правильному разрешению парадоксов Гиббса // Журнал физической химии, 1985. Т. 59. № 2. С. 517-520.
10. Губин В.Б. О совместимости, согласованности и преемственности физических теорий // Философские науки, 1989. № 12. С. 107-112.
11. Губин В.Б. Физические модели и реальность. Проблема согласования термодинамики и механики. - Алматы: МП «Демеу» при изд-ве «Рауан» Министерства печати и массовой информации Республики Казахстан, 1993. 231 с.
12. Губин В.Б. Прав ли Пригожин? (Согласование термодинамики с механикой и деятельностный механизм формирования объектов) // Философские науки, 1995. № 5-6. С. 140-151.
13. Губин В.Б. О роли деятельности в формировании моделей реальности // Вопросы философии, 1997. Вып. 8. С. 166-174.
14. Губин В.Б. История с энтропией // Философские науки, 1997. № 3-4. С. 98-120.
15. Губин В.Б. Об одном варианте принципа бритвы Оккама // Философские науки, 1998. № 2. С. 136-150.
16. Губин В.Б. Об аналогии между термодинамикой и квантовой механикой // Философские науки, 2000. № 1. С. 125-138.



## ЭНТРОПИЯ КАК ХАРАКТЕРИСТИКА УПРАВЛЯЮЩИХ ДЕЙСТВИЙ \*

*В.Б.Губин*

При всей важности понятия энтропии, широко используемого в различных областях, традиционное статистическое определение энтропии встречает трудности с введением вероятности в классической статистике [1,2], с выяснением физических основ закона возрастания энтропии [3], с разрешением парадокса Гиббса и т.д.

В существующих интерпретациях, имеющих отношение к тепловой машине, энтропия - это характеристика макросистемы, связываемая с присущей системе ограниченной возможностью получения работы за счет внутренней энергии системы. Такая интерпретация вызывает возражение. Пример с демоном Максвелла указывает, что для работы без холодильника необходимо достаточно тщательное управление частицами газа (микросистемой). Пусть законы мира допускают точное управление, но если по каким-то (неважно, по каким) причинам такое управление не осуществляется, то результат (например, тот или иной КПД тепловой машины) не обязательно окажется удовлетворительным. Результат, получаемый при конкретно реализуемых управляющих действиях, очевидно, характерен для них, соответственно энтропия, видимо, должна быть связана с характеристиками этих действий.

Таким образом, при анализе, например, работы тепловой машины, причин того или иного ее КПД еще недостаточно анализа свойств объективного мира, необходимо также анализировать конкретные действия,

---

\* Печатается в дискуссионном порядке.

совершаемые для получения работы за счет кинетической энергии частиц газа. Кажется полезным рассмотреть по возможности простейшую модельную ситуацию, свободную от несущественных в каком-то отношении моментов, но позволяющую понять принципиальные основания некоторых важнейших эффектов. По этой причине обратимся к анализу работы модельной тепловой машины.

Рассмотрим одну из трех перпендикулярных компонент движения точечных невзаимодействующих частиц. Пусть в одномерном «объеме» движется частица, упруго отражаясь от его стенок. За каждое столкновение со стенкой скорость частицы меняется на  $2v_{ст}$  (где  $v_{ст}$  - скорость стенки). При изменении объема на  $\Delta L$  конечная энергия частицы может оказываться различной в зависимости от начального положения и направления скорости частицы и от временного характера движения стенки. Покажем, что в адиабатическом пределе  $v_{ст}/v \rightarrow 0$  ( $v$  - скорость частицы) конечная энергия частицы точно фиксируется начальной ее энергией, начальным объемом и изменением объема (предполагается, что временной характер движения стенок специально не выбирается, чтобы не было параметрического резонанса [4]).

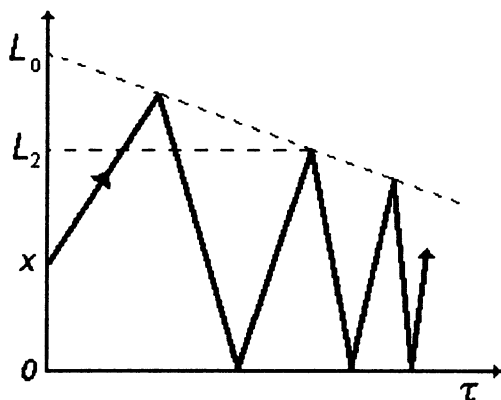


Рис. 1.

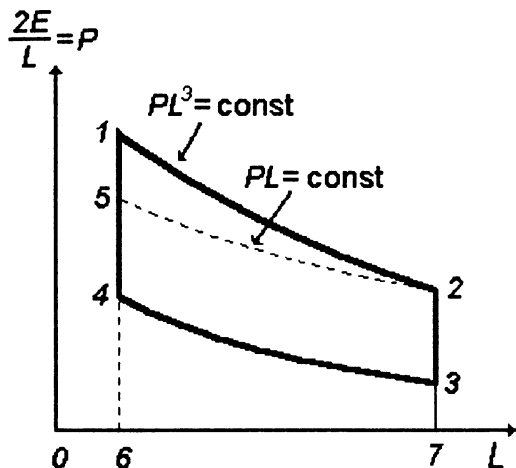


Рис. 2.

Пусть стенка вдвигается внутрь объема, начальная величина которого равна  $L_0$ . Если частица начинает движение из точки  $x$  (рис. 1), то координата точки  $n$ -го столкновения частицы со стенкой равна

$$L_n = \frac{L_0 + x\alpha}{1 + (2n - 1)\alpha},$$

где  $\alpha$  - отношение скорости стенки к начальной (т.е. минимальной) скорости частицы. С уменьшением  $\alpha$  значение  $L_n$  перестает зависеть от  $x$ , в то же время допустимо любое  $L_n$  из  $(0, L_0)$ , что возможно при большом числе столкновений. При конечном объеме  $L$  число столкновений  $n$  равно целой части от

$$\frac{1}{2} \left( 1 - \frac{1}{\alpha} + \frac{L_0}{\alpha L} + \frac{x}{L} \right).$$

Для разных начальных  $x$  разница в числе столкновений

$$\Delta n \leq \frac{L_0}{2L} + 1.$$

Тогда  $n \rightarrow \infty$  и  $\Delta n/n \rightarrow 0$  при  $\alpha L_0/\Delta L \rightarrow 0$ , т.е. медленное изменение объема на  $\Delta L$  сопровождается приблизительно одинаковым для всех возможных начальных  $x$  большим числом столкновений. В пределе  $\alpha \rightarrow 0$  для всевозможных начальных  $x$  изменение модуля скорости при изменении объема на  $dL$  подчиняется уравнению

$$|dv| = 2 v_{\text{ст.}} n = v |dL| / L .$$

Отсюда

$$\frac{1}{2} \frac{dE}{E} = - \frac{dL}{L} . \quad (1)$$

$$EL^2 = \text{const.} \quad (2)$$

Эти соотношения сохраняются при любом числе частиц, если  $E$  будет обозначать их суммарную кинетическую энергию. Таким образом, при адиабатически медленных изменениях объема задание начальной энергии системы однозначно задает траекторию  $E(L)$ . Следовательно, при медленных расширении (этап 1→2 на рис. 2) и последующем сжатии (2→1) объема полезная работа за цикл не может быть получена, поэтому перед сжатием часть энергии газа должна быть отдана другому телу («холодильнику») - этап 2→3. Ясно, что здесь нет речи об установлении равновесия, соответственно обычная необходимость в холодильнике еще не может служить доказательством стремления систем к равновесию. Кроме того, не важно, что в принципе в нашей модели существует возможность сжать объем без затраты работы, например, как это допускается механикой, выждав момент, когда частицы соберутся в части 0-6, и, быстро задвинув поршень (этап 2→5), когда полезная работа за цикл изобразится площадью 1-2-7-6: воздействуя на микросистему с помощью медленных движений стенок, мы просто не используем этой возможности.

Управление микросистемой с помощью медленных движений стенок может быть адекватно отражено введением параметров объема и давления.

Определим мгновенное значение давления частиц с массами  $m_i$  и импульсами  $p_i = m_i v_i$  на стенку (на конец отрезка  $(0, L)$ ):

$$P(\tau) = \frac{dI}{d\tau}.$$

Здесь  $dI$  - импульс, передаваемый стенке за время  $d\tau$ . Среднее за  $\Delta\tau$  давление

$$P(\Delta\tau) = \frac{1}{\Delta\tau} \int_{\tau}^{\tau+\Delta\tau} dI = \frac{1}{\Delta\tau} 2 \sum_{i=1}^N p_i n_i,$$

где  $N$  - число частиц,  $n_i$  - число ударов  $i$ -й частицы о стенку за время от  $\tau$  до  $\Delta\tau$ . Величина  $P(\Delta\tau)$  зависит от положения интервала  $\Delta\tau$  на временной оси. Однозначно же зависящим, как и  $E$ , от  $L$  при медленных изменениях объема является не зависящий от  $\tau$  предел

$$P = \lim_{\Delta\tau \rightarrow \infty} P(\Delta\tau) = \sum_{i=1}^N \frac{2 m_i v_i v_i \Delta\tau}{\Delta\tau 2L} = \frac{2}{L} \sum_i E_i = \frac{2}{L} E. \quad (3)$$

Такое «стационарное» давление может быть измерено с любой необходимой точностью и в процессе адиабатически медленного движения стенок. При быстрых движениях стенок этого сделать нельзя, т.е. величина (3) не может быть использована для описания быстрого процесса. Таким образом, использование однозначного давления в качестве параметра, адекватно описывающего воздействия на газ в машине, означает, что движения поршня медленные и, следовательно, ей нужен холодильник.

Из уравнений (1) и (3) получаем

$$P dL = -dE, \quad (4)$$

т.е. в адиабатическом пределе (и только) давление  $P$  оказывается обобщенной силой, сопряженной обобщенной координате  $L$  (именно при этом и возникает термодинамическое описание). Из (2) и (3) получаем одномерный аналог адиабаты Пуассона

$$PL^3 = \text{const.} \quad (5)$$

Эту адиабату, очевидно, можно отождествить (с коррекцией на одномерность) с адиабатой феноменологической термодинамики.

Итак, при адиабатически медленных изменениях объема при любом число частиц описание макропроцесса с помощью макропараметров замкнуто: для однозначного описания макропроцесса можно пользоваться однозначно определяемыми, не флуктуирующими макровеличинами, необходимости в обращении к микропеременным нет. Для возникновения этого описания ни термодинамический предел, ни эргодичность не требуются.

В то же время рассматриваемый контроль над системой не однозначен в микроскопическом смысле. В этом случае за временем не следят, движения поршня одинаковы независимо от микроусловий, управление микросистемой грубое, что и не позволяет работать без холодильника. Эту неточность контроля можно оценить непосредственно.

Рассмотрим случай одной частицы. Давление  $P = \lim_{\Delta\tau \rightarrow \infty} P(\Delta\tau)$ , будучи пределом, не измеряемо (не является

действительно наблюдаемой, однозначное давление является наблюдаемой только в схеме безвременной термодинамики (термостатики), которая есть лишь некоторая идеализация даже нашей модельной реальности), измеряемо  $P(\Delta\tau)$ . В соответствии с отсутствием специального выбора временного характера движения поршня положение интервала  $\Delta\tau$  не привязывается к выделенным моментам движения частицы. В зависимости же от положения интервала  $\Delta\tau$  числа ударов

частицы о стенку за  $\Delta\tau$  могут отличаться на единицу (рис. 3), тогда обнаруживаемые давления могут отличаться на

$$\Delta P(\Delta\tau) = \frac{2p}{\Delta\tau}.$$

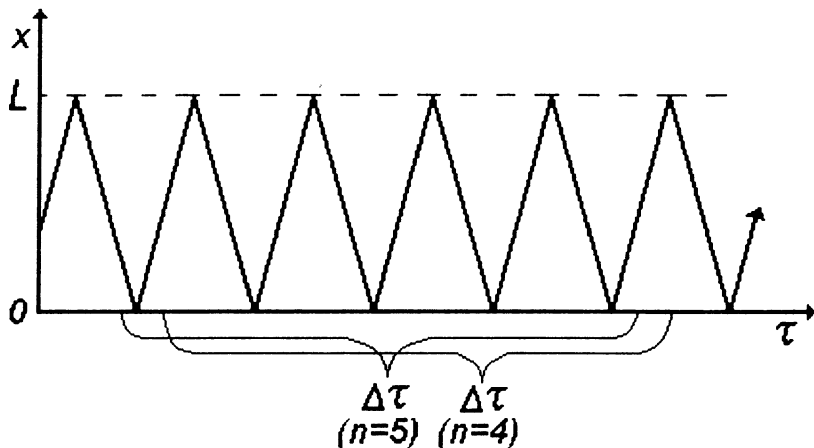


Рис. 3.

Если мы захотим с помощью наблюдаемых  $L$  и  $P(\Delta\tau)$  найти энергию микросистемы по уравнениям типа

$$L\bar{P}(\Delta\tau) = 2E$$

(где  $2pn_{\min}/\Delta\tau \leq \bar{P}(\Delta\tau) \leq 2p(n_{\min}+1)/\Delta\tau$ ), то будем определять энергию с неточностью  $\Delta E$ , обратно пропорциональной  $\Delta\tau$ :

$$\Delta E \sim \Delta\tau \sim Lp.$$

Подчеркнем, что у самой частицы никакого разброса энергий нет.

Итак, контроль над микросистемой, осуществляемый путем оперирования объемом и давлением, имеет характерную ненулевую неточность, имеющую размерность действия, в то время как детерминистской механикой, принятой в нашей модели, в принципе допускается контроль, способный

сколь угодно точно «сопровождать» в фазовом пространстве траекторию микросистемы. Величину  $\Delta$  можно связать с энтропией.

Заметим, что и при одной частице можно поставить задачу: за счет энергии частицы получить работу с помощью циклического изменения объема. Все сказанное выше останется справедливым. Напишем выражение для энтропии в этом случае при одномерном движении. Имея макропеременные объем и давление, можно написать для энтропии феноменологическую величину, но нам надо получить статистическое выражение.

Неточность в действии  $\Delta$  характеризует грубость контроля над микросистемой с помощью макропараметров, ограничивающую результат манипуляций с газом. Энтропия в феноменологической термодинамике также связывается с некоторой трудностью в получении работы за счет имеющейся тепловой энергии. Кроме того, в разных точках адиабаты величина

$$\Delta = Lp = L(PLm)^{1/2}$$

в силу (5) сохраняется ( $\Delta$  взято равным  $Lp$ , так как константа пропорциональности здесь несущественна):  $Lp$  есть адиабатический инвариант [4]. Так как на адиабате сохраняется и энтропия  $S$ , должно быть  $S = S(\Delta)$ . Выбирая обычный вид  $S$ , можем записать

$$S = k \ln Lp - S_0,$$

где  $S_0$  - начало отсчета. В классическом случае можно пользоваться только разностью значений энтропии в различных состояниях.

Итак, энтропия и соответственно термодинамическая температура

$$T = \left( \frac{\partial S}{\partial E|_L} \right)^{-1} = \left( \left( k \frac{dp}{dE} \right) / p \right)^{-1}$$



оказываются характеристиками неточности контроля над микросистемой в термодинамике. Тепловая энергия - это не энергия хаотического движения, которое не может быть определено, а в некотором смысле плохо контролируемая энергия.

Предположим, что частица в каждой точке адиабаты имеет контакт с термостатом, вызывающим флуктуации ее энергии, но оставляющим ту же среднюю энергию (в каждой точке адиабаты), что и энергия частицы без термостата. Соответственно при каждом  $L$  давление  $P$  не будет меняться по сравнению со случаем частицы без термостата. В таком случае системы с термостатом и без него эквивалентны в отношении совпадения макронаблюдаемых, макропроцессов и результатов работы с системами с помощью макропараметров (заметим, что в феноменологической термодинамике системы не различаются по распределениям). Следовательно, контроль над частицами в этих двух системах эффективно одинаков. Тогда макропеременные системы в термостате, в том числе  $S$  и характеристическую неточность  $\Delta$ , можно приравнять макропеременным эквивалентной изолированной системы:

$$\Delta = L\rho_{\text{эфф.}} = L(2mE)^{1/2} = L(mPL)^{1/2},$$

$$S = k \ln L\rho_{\text{эфф.}} - S_0,$$

где  $E$  - средняя энергия частицы, в частном случае изолированной системы равная ее точной энергии;  $\rho_{\text{эфф.}}$  имеет смысл эффективного, характеристического импульса.

Таким образом, энтропия и термодинамическая температура могут быть введены и без термостата и с термостатом любой мощности. Требования к импульсным распределениям - самые слабые, в частности распределения могут быть дискретными, что снимает принципиальную трудность стандартного подхода. Вся вероятность, порождающая статистику, происходит от нескоррелированности внешних воздействий с состоянием микросистемы как в

случае системы в термостате, так и в случае изолированной системы.

Для построения выражения для энтропии в общем случае  $N > 1$  поступим аналогично предыдущему.

Система с  $N$  точечными частицами с массами  $m_i$  и средней суммарной энергией  $E$  в объеме  $L$  на адиабате во «внешних», макроскопических, проявлениях ведет себя так же, как и система, образованная из приставленных стенками друг к другу систем с объемами  $L/N$ , в которых по одной размещены частицы с энергиями  $E/N$ . Энтропия системы с перегородками по обычным правилам равна сумме энтропий отдельных элементарных систем, тогда и энтропия системы без перегородок (безразлично, изолированная или в термостате) есть

$$S = k \sum_{j=1}^N \ln \left( \frac{L}{N} p_j \right) - S_0, \quad (6)$$

где  $p_j = (2m_j E/N)^{1/2} = (m_j P L/N)^{1/2}$  - импульсы частиц элементарных систем, т.е. лишь характеристические импульсы, не обязанные совпадать с действительными импульсами частиц реальной системы. Энтропия (6) точно аддитивна и не испытывает скачка при плавном переходе от нетождественных частиц к тождественным.

Подчеркнем, что введенная здесь энтропия относится только к описанию работы тепловой машины, соответствует феноменологической, введенной Клаузиусом, и не применима к описанию неравновесных систем.

Если энергия - однородная функция импульса, одинаковая для всех частиц (а только при этом условии системы с перегородками и без них эффективно одинаковы, а значит энтропия точно аддитивна и, следовательно, можно ввести единую термодинамическую температуру)

$$E = \sum_{i=1}^N E_i = \sum_{i=1}^N a_i p_i^\lambda,$$

то независимо от действительного распределения энергии по частицам

$$kT = k \left( \frac{\partial S}{\partial E|_L} \right)^{-1} = \left\{ \sum_{j=1}^N \left( \frac{\partial p_j}{\partial E} / p_j \right) \right\}^{-1}.$$

Рассмотрим теперь вопрос о необратимости.

В настоящем подходе энтропия, являющаяся характеристикой точности контроля над микросистемой с помощью макропараметров, при неизменном контроле не меняется со временем (скажем, из-за движения микросистемы). При изменении точности контроля можно перейти к состоянию с другим значением энтропии.

Для получения полезной работы за цикл надо возвращаться по более низкой адиабате (рис. 2). На этапе перехода на другую адиабату точность контроля меняется. Будем считать, что контакт между двумя системами (цилиндр и холодильник) с одинаковыми плотностями частиц и с разными температурами устанавливается и прекращается путем убирания и восстановления перегородки между ними.

При убирании перегородки результирующее макросостояние достигается однозначно независимо от конкретного положения микросистемы в момент убирания перегородки. Для связи старых и новых значений макропараметров могут быть просто написаны уравнения, не включающие микропеременных.

Теперь вместо двух систем с разными температурами  $T_1$  и  $T_2$  есть одна система с промежуточной температурой  $T$ :

$$T = \frac{T_1 N_1 + T_2 N_2}{N_1 + N_2},$$

где  $N_1$ , и  $N_2$  - числа частиц в первоначальных системах. Всегда, без всяких флуктуаций,

$$\begin{aligned} \max \{T_1, T_2\} &\geq T \geq \min \{T_1, T_2\}, \\ S &\geq S_1 + S_2. \end{aligned}$$

Никакое реальное установление равновесия, тем более окончательное, не является необходимым для перехода к состоянию с этой промежуточной температурой. При контакте систем с различающимися температурами контроль обязательно ухудшается.

Существенно, однако, что обратный процесс, процесс улучшения контроля, в рамках контроля с помощью макропараметров не определен. Чтобы однозначно получить желаемые допустимые макросостояния (например, первоначальные) вновь разделенных систем, надо вводить перегородку в нужный момент, т.е. надо знать положение микросистемы и в достаточной мере использовать возможности механики. Разделение же системы на части без предварительного измерения микросостояния и последующего использования этой информации, т.е. введение перегородки в случайный момент, приводит к случайному результату в отличие от результата объединения систем. Таким образом, огрубление контроля над системой, осуществляемого с помощью макропараметров, в рамках этого контроля строго необратимо. Эта строгая несимметричность решающим образом связана с эффектами, которые представляются наиболее сильными доказательствами необратимости в развитии систем, она заставляет сопоставлять заданное неравновесное по некоторому критерию состояние (флуктуацию), т.е. начальное состояние, со случайным или получающимся в среднем после разделения, что, конечно, неравноценно.

Итак, рассматриваемая тепловая машина совершает за цикл полезную работу только при ухудшении контроля (при переходе к состояниям нагревателя и холодильника с большей суммарной энтропией), причем неравноценность флуктуации и среднего лишь позволяет при грубом управлении передать энергию от нагревателя рабочему телу, а затем - холодильнику (т.е. ухудшить контроль).

Достаточно полное использование возможностей механики позволило бы в соответствии с теоремой Лиувилля сохранить начальную информацию (фазовый объем), однако при более грубом контроле, не использующем все

возможности управления с помощью микропеременных, теорема Лиувилля для анализа неприменима. Поэтому изменения контроля в тепловой машине и переход к состояниям с другим значением энтропии не противоречат теореме Лиувилля о сохранении фазового объема и не нуждаются в специальном согласовании с ней с помощью, например, гипотезы Гиббса о перемешивании фазового ансамбля.

Работа машины «с ростом энтропии» не противоречит также возвратной теореме Пуанкаре и Цермело. Ясно, что теорему следует применять к исследованию поведения фазовой точки, изображающей микросистему, или некоторой функции от этой точки. При возвращении точки в некоторую первоначальную область такая функция также будет «возвращаться». Но контроль над микросистемой отнюдь не порождается самой микросистемой, и величина характерного фазового объема (и энтропия) не является функцией фазовой точки реальной микросистемы. Макропеременные объем, давление, энтропия и т.д. не порождаются автоматически заданием микропеременных, не являются их мгновенными функциями. Поэтому возвращение микросистемы в первоначальную область само по себе не приводит к восстановлению старых значений макропеременных.

Как следует из проведенного анализа, самой по себе «энтропии системы» нет, введенная энтропия есть лишь характеристика некоторых связей субъекта и объекта, отсутствующая без наличия субъективного уровня. На чисто «объективном» уровне отсутствуют также понятие порядка и критерии равновесности или неравновесности. Принципиальные трудности при обосновании статистической механики - с введением вероятности в детерминистской модели мира, с выяснением физических основ закона возрастания энтропии и т.д. - возникали в конечном счете из-за попыток сопоставить статистику с самим движением частиц, в то время как она появляется при описании некоторого обращения с ними. Этот «объективистский» подход поддерживался мнением, что физика изучает только внешнюю

реальность, не зависящую от субъекта, хотя уже понятие «полезный» в выражении «коэффициент полезного действия» должно было настораживать, так как без субъекта оно лишено смысла. Субъект, осуществляя управление микро-системой, преследует определенные цели, отсутствующие в «объективной» реальности. Наоборот, совершая целенаправленные, имеющие для него какое-то значение, действия, он и утверждается как субъект.

Так как не существует энтропии «вообще», то нельзя отделить, как часто считают, живые объекты от неживых по тем или иным значениям их энтропии. Фактическая несостоятельность классификации живого и неживого по значениям традиционно определяемой энтропии показана в [5].

Более подробно затронутые здесь вопросы рассмотрены в [6-10].

Автор особенно благодарен В.В.Кротовой и А.А.Есакову за полезные дискуссии и поддержку.

Московский государственный университет  
им. М. В. Ломоносова  
Научно-исследовательский институт  
ядерной физики  
Москва

Поступила  
17.IX.1979

1. *Н.С.Крылов*, Работы по обоснованию статистической физики, Изд-во АН СССР, М.-Л., 1950.
2. *А.А.Власов*, Статистические функции распределения, «Наука», М., 1966.
3. *Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц*, Статистическая физика, «Наука», М., 1976.
4. *В.И.Арнольд*, Математические методы классической механики, «Наука», М., 1974.
5. *Л.А.Блюменфельд*, Критерий живого и физика, в кн. Критерий живого, Изд-во Моск. гос. ун-та, М., 1971.
6. *В.Б.Губин*, Деп. ВИНТИ за № 3-75, 1975.
7. *В.Б.Губин*, Деп. ВИНТИ за № 293-76, 1976.
8. *В.Б.Губин*, Деп. ВИНТИ за № 2598-76, 1976.
9. *В.Б.Губин*, Деп. ВИНТИ за № 365-78, 1978.
10. *В.Б.Губин*, Деп. ВИНТИ за № 1581-79, 1979.

НЕКОТОРЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРАВИЛЬНОМУ  
РАЗРЕШЕНИЮ ПАРАДОКСОВ ГИББСА*Губин В.Б.*

Показано, что правильная теория должна быть в состоянии разрешить парадоксы Гиббса в классическом случае без обращения к квантовой механике и без запрета плавного изменения свойств частиц, причем энтропия при непрерывном переходе к одинаковым частицам не должна испытывать скачка. Проанализированы доказательства теоремы Гиббса об энтропии смеси газов, автоматически приводящей к такому скачку.

В дискуссии в «Журнале физической химии» о парадоксе Гиббса [1-5] и других работах ее участников (см., например, [6,7]) обсуждались основные традиционно стоящие вопросы по этой теме: содержание парадоксов, их отношение к квантовой или классической физике, абстрактная и реальная возможности непрерывного изменений свойств частиц, связь с теоремой Гиббса об энтропии смеси газов. Были высказаны различные точки зрения, которые, однако, не исчерпали возможных подходов к решению проблемы. Можно привести дополнительные доводы в пользу классической природы парадоксов и допустимости при их анализе плавных изменений свойств частиц и более подробно рассмотреть, как отражаются такие изменения на термодинамических наблюдаемых.

1. Сначала несколько уточним классификацию. Как известно, в стандартном статистическом подходе аддитивное выражение для энтропии получается после деления статсуммы на  $N!$  где  $N$  — число одинаковых частиц.

Затруднения с получением этого множителя в классической статистике ряд авторов называет парадоксом Гиббса (см., например, [8—11]). Лучше называть этот парадокс парадоксом Гиббса первого рода, потому что существует еще и другая трудная ситуация, которую также называют парадоксом Гиббса [1,6,7,12—14]. Если все частицы одинаковы, то статсумму следует делить на  $N!$ , если есть два сорта частиц, то ее следует делить на  $N_1!N_2!$ . Трудность возникнет, когда при сближении свойств частиц  $N_2!$  скачком меняется до нуля и  $(N_1+N_2)!$  не является пределом  $N_1!N_2!$  по плавно меняющемуся параметру, различающему частицы. Данная особенность порождает скачкообразное изменение энтропии, что также называют парадоксом Гиббса. Удобно называть это парадоксом Гиббса второго рода.

2. В предшествовавшей дискуссии анализировался парадокс Гиббса второго рода. При его рассмотрении речь идет о скачкообразном изменении количества частиц некоторого газа при плавном изменении качеств частиц этого газа. В работе В.Л.Любошица и М.И.Подгорецкого [15] с парадоксом Гиббса (второго рода) связывалось поведение энтропии при сближении характеристик газов путем плавного изменения концентраций различных компонент. Но при плавном изменении количеств частиц при таком изменении относительных концентраций обычные формулы ведут себя достаточно удовлетворительно, никакого принципиального вопроса (исключая не обсуждавшееся в дискуссии нарушение точной аддитивности при не очень больших числах частиц) не возникает. Поэтому И.П.Базаров [1] прав, утверждая, что случай плавного изменения концентраций, рассмотренный в [15], к парадоксу Гиббса отношения не имеет.

3. Обсудим теперь один важнейший вопрос: в рамках классической физики или при существенном использовании квантовой механики следует решать парадоксы Гиббса?



Многие считают, что правильное аддитивное выражение для энтропии не может быть последовательно, без натяжек получено в классической статистике без учета квантовой механики. Например, в книге Шредингера [8] соответствующий пункт так и называется: «Крах классической теории. Парадокс Гиббса.» (имеется в виду парадокс Гиббса первого рода. — В. Г.). Но вывод Шредингера основан на несостоятельности только некоторой конкретной классической теории, что еще не дает оснований для вывода о недостаточности классики вообще.

На вопрос можно посмотреть с другой стороны. Утверждение о том, что только квантовая механика исправляет положение с парадоксами Гиббса, эквивалентно утверждению, что в классическом мире обычная тепловая машина работала бы (если бы работала) не в соответствии с нормальной термодинамикой Карно-Клаузиуса, в основании которой находится анализ работы тепловой машины, потому что если бы она могла работать обычным образом, то возник бы вопрос о молекулярно-кинетической основе термодинамической феноменологии. Тогда при обычном статистическом подходе обнаружили бы рассматриваемые парадоксы, которые теперь-то уж необходимо было бы решать без обращения к квантовой механике.

Утверждение, что классическая машина не могла бы работать, было бы слишком смелым. В пользу нормальной работы такой машины свидетельствует, в частности, объяснение практически во всех учебниках работы машины без привлечения квантовой механики.

В [16,17] показано, что при малости размеров классических частиц газа по сравнению с размерами сосуда и при движениях стенок, медленных по сравнению со скоростями частиц, возникает замкнутое макроскопическое описание, причем феноменология модельной машины будет по

существо такой же, как у машин, рассматривавшихся Карно и Клаузиусом. Если это так, то все проблемы, возникающие при статистическом описании такой машины, должны быть решены в рамках классического рассмотрения. Таким образом, существенно квантовые решения парадоксов Гиббса первого и второго родов неверны в принципе.<sup>1)</sup>

4. Следующий вопрос связан с парадоксом Гиббса второго рода: можно ли плавно менять свойства частиц и что при этом должно происходить?

В условия возникновения термодинамического описания требование к качествам частиц (за исключением малости их размеров) не входит, Следовательно, мы имеем право менять свойства частиц при учете лишь указанного ограничения — обычное термодинамическое описание от этого не разрушится. Фактически важно лишь, чтобы давление (не мгновенное, а усредненное по бесконечному интервалу времени, которое только и можно поставить в соответствие с нефлуктуирующим давлением феноменологической термодинамики) однозначно определялось бы только объемом и полной энергией частиц, что будет при малых размерах частиц - при этом неважно, одинаковые например, массы у частиц или разные. Макронаблюдаемые вообще не зависят от окраски частиц (этот случай рассматривается у Кубо [13]) и уж во всяком случае не испытывают скачка при полном сближении любых свойств частиц. Но тогда и термодинамическая энтропия как некоторая комбинация макронаблюдаемых не должна испытывать скачка.

---

<sup>1)</sup> Удивительно, как этот простой, ясный, бесспорный и очевидный контрпример против квантового разрешения парадоксов Гиббса не был формально предъявлен ранее. Поистине «те, кто пользуется умом, не станут поклоняться ему - они слишком хорошо его знают» (Г.К.Честертон, ссылка [18] на стр. 312). Так трудно приходят правильные мысли в голову! Не ранее, чем по исчерпанию всех неправильных. - *Примеч. 2002 г.*

Без такой модельной проработки неясно, почему логически неприемлем этот скачок. На самом же деле скачок энтропии неприемлем потому, что ему не соответствует никаких скачков в наблюдаемых параметрах, через которые может быть определена энтропия. Ссылки же на дискретность реального мира [6,12,13,18] при обосновании запрещения изменять плавно свойства частиц здесь совершенно неуместны.

Таким образом, правильное решение парадокса Гиббса второго рода не должно использовать запрета на плавное изменение свойств частиц, а энтропия при сближении свойств до полного совпадения не должна испытывать скачка.

5. Если считать, что введение перегородки в сосуд с газом не меняет энтропии, то последнее утверждение пункта 4 противоречит теореме Гиббса об энтропии смеси газов [6].

Теорема Гиббса является наиболее серьезным термодинамическим основанием парадокса Гиббса второго рода. Гораздо легче примириться с тем, что статистический подход, приводящий к этому парадоксу, как «более теоретический», можно подозревать в некоторой некорректности. Поэтому теорема Гиббса заслуживает самого тщательного анализа.

Доказательство теоремы, основанное на законе Дальтона о парциальных давлениях, несостоятельно. Абстрактно разбить давление на «поддавления» частей газа можно было бы и для однородного газа, тогда аналогичное доказательство приводило бы к заключению, что энтропия газа равна сумме энтропий таких компонент при условии, что каждая компонента занимает объем, равный всему объему газа, и вследствие возможности различных разбиений на компоненты величина энтропии всего газа не получалась бы однозначной и энтропия не была бы функцией состояния и не обладала бы требуемой аддитивностью. Но дело в том, что

машина работает не с парциальными давлениями, а с полным. Парциальные давления не являются наблюдаемыми, поэтому подразделение газа в объеме на какие-то парциальные части, действующие тем не менее во всем объеме, в рамках термодинамики Карно-Клаузиуса не определено.

Обычно считают [6,18], что соответствующее теореме Гиббса возрастание энтропии при убиении перегородки между сосудами с различными газами, находившимися при одинаковых давлениях и температурах, объясняется взаимной диффузией разных газов. Однако при этих условиях взаимная диффузия разных газов, как и самодиффузия, для тепловой машины — фиктивный процесс, для идеальных газов он никак не отражается на наблюдаемых, с которыми работает машина. Так, для последующего использования в качестве резервуара тепла, или в качестве холодильника, или рабочего тела совершенно безразлично (в пределе больших чисел частиц) — убрать перегородку между сосудами при указанных выше равных условиях и потом восстановить ее (газы окажутся перемешанными) или вообще ее не трогать. Замена части однородного газа тем же количеством другого газа не меняет систему в динамическом отношении, а эта динамика в термодинамике Карно—Клаузиуса и является единственно наблюдаемой и полностью определяет макропроцессы и макроописание.

Здесь уместно вспомнить подход Ю.С.Варшавского и А.Б.Шейнина [14], связывающий изменение энтропии со способностями анализирующего устройства различать частицы. В нашем случае такого анализирующего устройства вообще нет, что формально можно отразить использованием анализатора, не различающего частицы, тогда изменение энтропии при смешении любых газов с равными давлениями и температурами равно нулю.

В термодинамике Карно-Клаузиуса нет параметров, различающих в каких-либо процессах частицы по качествам, соответственно результаты не зависят от совпадения или различия свойств частиц. Проникновение лишь определенных частиц через стенку — процесс, не свойственный «нормальной» термодинамике. При манипуляциях с полупроницаемыми перегородками становятся наблюдаемыми парциальные давления различных газов, объемы разных газов можно менять независимо, общее у разных газов — только температура вследствие столкновений любых частиц. Если убрать этот тепловой контакт, «выдвинув» один газ из другого [6], то получился бы просто набор систем, с которыми можно было бы работать независимо, например построить и пустить в ход две самостоятельных машины. Наличие столкновений при неразделенных газах устанавливает связь между такими частично независимыми машинами. Термодинамика, возникающая при оперировании полупроницаемыми перегородками, отнюдь не совпадает полностью с обычной термодинамикой. Поэтому слишком прямолинейное использование полупроницаемых перегородок для доказательства теорем обычной термодинамики или для вычисления изменений энтропии [6,18] может порождать и порождает парадоксы.

Для простоты в частном случае равных количеств двух газов исследуем доказательство теоремы Гиббса, использующее разделение газов полупроницаемыми перегородками, приведенное в [6] на стр. 22, 23.

С помощью полупроницаемых перегородок разделим газы  $A$  и  $B$  обратимо без совершения работы и передачи тепла в два объема, каждый из которых равен исходному объему смеси  $V$ . Утверждается, что при этом энтропия не изменяется. На данном основании энтропия состояния (1) определяется как сумма энтропий газов в состоянии (2).

Однако утверждение о неизменности энтропии в таком процессе основано на теоретическом правиле, полученном без анализа процессов с перегородками, в данном случае на эти процессы оно просто экстраполировано, и, как можно показать, незаконно. Желательно использовать более основательные, первичные критерии. Приравнивание значений энтропии для различных систем должно производиться на основании некоторой эквивалентности сравниваемых систем. Покажем, что, несмотря на обратимость разделения и отсутствие передачи тепла, условия работы с газами в определенном (и в нашем случае решающем) смысле ухудшились. Выясним, какой системе со смесью газов в одном объеме эквивалентна в термодинамике Карно-Клаузиуса система (2).

Пусть в состоянии (2) газы одинаковые. Используем эти два объема в двух тепловых машинах. Эти две машины можно заменить одной, работающей с удвоенным объемом и суммарным количеством газа при сохранении давления и температуры. Именно из возможности такой замены (допустимой при малых размерах частиц) следует аддитивность энтропии, точнее, вывод, что убирание перегородки между системами с одинаковыми давлениями и температурами идеальных газов не меняет энтропии.

Пусть теперь газы  $A$  и  $B$  в состоянии (2) различаются. Снова “построим” две тепловых машины. И снова, если частицы малы, эти две машины можно заменить одной, работающей уже на смеси разных газов, полученной простым убиранием перегородки между объемами в состоянии (2). Из такой эквивалентности и в случае разных газов следует аддитивность энтропии. Подчеркнем, что более основательного, первичного требования для отождествления энтропий в разных системах, чем возможность указанной замены, нет. Если некое теоретическое правило противоречит результату

применения этого требования, то такое правило, по крайней мере в частном случае, несправедливо.

Таким образом, оказывается, что в термодинамике Карно—Клаузиуса система (2) эквивалентна системе со смесью в объеме  $2V$ , а не системе (1) с объемом  $V$ , поэтому энтропия системы (1) не равна энтропии системы (2). «Вытаскивание» одного газа из другого полупроницаемыми перегородками без совершения работы увеличивает энтропию, так как теперь вместо работы со смесью в объеме  $V$  эффективно приходится работать как бы с той же смесью при той же температуре, но в большем объеме, т.е. на более высокой адиабате. Соответственно обратный процесс уменьшает энтропию. И это не удивительно — ведь вместо работы с объемом  $2V$  после вдвигания одного газа в другой с помощью полупроницаемых перегородок (процесс (2)→(1)) можно работать с объемом  $V$ , не изменив температуры и не передав тепла; скорее удивительна возможность такого вдвигания одного газа в другой.

Возможно, для других процессов, в которых есть параметры, контролирующие качества частиц, можно ввести энтропию, меняющуюся при смешивании разных газов, например, когда важно, что замена однородного газа смесью меняет химическую характеристику системы. Энтропия же, используемая как характеристика обычных тепловых процессов, не зависит от качеств частиц. Анализ параметров, контролирующих работу тепловой машины, проведенный в [16,17], позволил в классическом случае обоснованно построить аддитивное статистическое выражение для энтропии, не учитывающее качеств частиц.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Базаров И.П. Журн. физ. химии, 1972, т. 46, № 7, с. 1892.
2. Любошиц В.Л., Подгорецкий М.И. Там же, 1972, т. 46, № 7, с. 1896.

3. *Базаров И.П.* Там же, 1973, т. 47, № 9, с. 2456.
4. *Любошиц В.Л., Подгорецкий М.И.* Там же, 1974, т. 48, № 8, с. 2162.
5. *Варшавский Ю.С., Шейнин А.Б.* Там же, 1975, т. 49, № 2, с. 564.
6. *Гельфер Я.М., Любошиц В.Л., Подгорецкий М.И.* Парадокс Гиббса и тождественность частиц в квантовой механике. М.: Наука, 1975.
7. *Базаров И.П.* Термодинамика. М.: Высш. шк., 1983.
8. *Шредингер Э.* Статистическая термодинамика. М.: Изд-во иностр. лит., 1948.
9. *Исихара А.* Статистическая физика. М.: Мир, 1973.
10. *Терлецкий Я.П.* Статистическая физика. М.: Высш. шк., 1973.
11. *Семенченко В.К.* Избранные главы теоретической физики. М.: Просвещение, 1966.
12. *Зоммерфельд А.* Термодинамика и статистическая физика. М.: Изд-во иностр. лит., 1955.
13. *Кубо Р.* Статистическая механика. М.: Мир, 1967.
14. *Варшавский Ю.С., Шейнин А.Б.* Докл. АН СССР, 1963, т. 148, № 5, с. 1099.
15. *Любошиц В.Л., Подгорецкий М.И.* Там же, 1970, т. 194, № 3, с. 547.
16. *Губин В.Б.* Деп. в ВИНТИ № 1581-79 Деп.
17. *Губин В.Б.* Журн. физ. химии, 1980, т. 54, № 6, с. 1529.
18. *Сивухин Д.В.* Общий курс физики. Т. II. М.: Наука, 1975.

Университет дружбы народов  
им. Патриса Лумумбы  
Москва

Поступила в редакцию  
I.VII.1983



• Дискуссии и обсуждения •

## ПРАВ ЛИ ПРИГОЖИН? <sup>1)</sup>

(Согласование термодинамики с механикой и  
деятельностный механизм формирования объектов)

В.Б.Губин, кандидат физико-математических наук

В XX веке теория относительности и квантовая механика основательно потрясли сложившиеся к тому времени представления о мире и способствовали распространению диалектических воззрений на него среди естественников, ранее настроенных метафизически. К середине столетия под давлением накапливающегося материала была осознана важность системных связей в различных сферах природных явлений, процессов и их описаний. Однако, как мне кажется, развитие теории систем пошло в основном вширь, а не вглубь. Обнаружившиеся в теории систем парадоксы не были разрешены [Садовский В.Н. Основания общей теории систем. - М.: Наука, 1974]. Фактически это означает, что не выявлен системообразующий фактор, то есть не понято, что и как строит из элементов систему.

Ясно, что вопрос о системообразующем факторе - это вопрос о связи явлений разных уровней. Интересно, что проблема связи состояний и процессов разных уровней возникала очевидным образом и в одной старой и до сих пор не решенной задаче физики: задаче согласования термодинамики и механики или, выражаясь другими словами, задаче обоснования статистической механики, служащей теоретиче-

---

<sup>1)</sup> Добавление редакцией этой шапки не помогло возникновению дискуссии.

ской основой термодинамики. Можно подумать, что и эта задача относится к разряду системных.

Требовалось, во-первых, как-то совместить дискретность состояния набора механических частиц и непрерывность состояний, присущую статистическому описанию термодинамической системы, состоящей из этих же частиц (см., например, [Крылов Н.С. Работы по обоснованию статистической физики. - М.-Л.: Изд. АН СССР, 1950]). Во-вторых, трудно было понять, почему термодинамические процессы необратимы, в то время как частицы, составляющие термодинамическую систему, подчиняются обратимой механике [Крылов Н.С. Указ. соч; Балеску Р. Равновесная и неравновесная статистическая механика. Т.2. - М.: Мир, 1978].

Таким образом, по-видимому, задача согласования термодинамики и механики имеет глубокую методологическую подоплеку и ее решение должно прояснить какие-то общесистемные вопросы.

Из двух указанных выше задач обоснования физической статистики наиболее известна проблема необратимости. В одном из самых авторитетных курсов [Балеску Р. Указ. соч.] Балеску констатирует, что ее решение не найдено. Много говорилось о решении этой задачи Пригожиным. Однако в трактовке причины возникновения необратимости подход Пригожина не является удовлетворительным. Специалистами-физиками он отнюдь не приветствуется. Достаточно сказать, что для объяснения необратимости Пригожин, не убоившись бритвы Оккама, под видом «принципа отбора» [Пригожин И. От существующего к возникающему. - М.: Наука, 1985, с. 227] ввел новый закон природы, нигде более не требующийся и не проявляющийся. Журналисты, наперебой писавшие о решении Пригожиным проблемы необратимости, попросту не заметили этого важнейшего шага. И уж тем менее от них можно было

ожидать обнаружения того факта, что пригожинский «принцип отбора», предназначенный для применения лишь в момент образования (приготовления) системы и отбирающий в этот момент определенные (подходящие) начальные условия, не уничтожает действия теоремы Пуанкаре о возвращении, доказывающей для всех без исключения начальных условий, т.е. и для отобранных любым способом, (квази)обратимость (замкнутой) системы, состоящей из частиц, движущихся по законам механики. Пригожин сам не заметил, что придуманный им сильнейший закон природы вовсе не решает проблему необратимости.

Мало того. Курьезность всей этой истории дополняется может быть не очень заметной, но радикальной логической ошибкой, сделанной при введении принципа отбора. Дело в том, что в случае, разбираемом Пригожиным, решению подлежала проблема, существовавшая, так сказать, не в реальности, а на бумаге, а именно проблема согласования формальных моделей: модели обратимой механики и модели необратимой термодинамики. Заметим, что давно уже проводящиеся исследования термодинамических процессов путем моделирования на ЭВМ поведения систем частиц, движущихся в соответствии с механикой, не обнаружили неприменимости обычной механики для этих целей (и надобности чего-либо похожего на пригожинский «принцип отбора»). Таким образом, задача согласования термодинамики с механикой состояла в прояснении пунктов, их согласующих, но не в замене одной механики какой-то другой. Но в обычной механике, которая выступает в данной задаче как модельная природа, модельная первооснова, нет свойств, позволяющих ввести «принцип отбора». В модельной природе, выбранной принятием механики, этот закон природы отсутствует, и поэтому его там нельзя открыть. Он противоречит исходной модели и не может быть введен.

Мы видим, что все эти вопросы полны методологических моментов. И как успехи в задаче согласования должны обогатить методологию (и, возможно, философию вообще), так и методология должна направлять и контролировать конкретные естественнонаучные исследования, на что следовало бы обратить внимание некоторым специалистам, третирующим высокую методологию и усматривающим альфу и омегу действительно стоящего исследования в написании все новых и новых формул.

В качестве попытки некоторого прояснения ситуации автор настоящей статьи провел анализ [Губин В.Б. Энтропия как характеристика управляющих действий // Журнал физической химии, 1980, т. 54, вып. 6, с. 1529-1536; Физические модели и реальность. - Алматы: МГП «Демеу» при изд. «Рауан», 1993] отношения термодинамики к механике в первую очередь на примере работы тепловой машины, объекте, давно уже забытом теоретиками и переданном ими в ведение инженерам, но, тем не менее, вполне достойном и заслуженном, ибо именно при анализе его работы в прошлом веке было введено понятие энтропии, смысл и поведение которой и по сию пору не вполне ясны. Для большей уверенности анализа была взята предельно упрощенная модель тепловой машины, но все еще проявляющая типичные для термодинамики свойства.

Для термодинамики характерно, что состояние рабочего тела (газа) в тепловой машине полностью и однозначно определяется макроскопическими параметрами, не использующими координат и скоростей отдельных частиц, составляющих рабочее тело. Например, изменение объема приводит к однозначному изменению давления. Уже здесь есть парадокс. С точки зрения механики такой результат совершенно необязателен: в общем случае ответ должен зависеть от конкретных положений и скоростей частиц газа и от характера движения стенок, заключающих газ, так как

частицы не размазаны по всему объему и не обязаны одинаково и однообразно реагировать на воздействия стенок. В термодинамике же рабочее тело походит на заполняющую объем невесомую, безынерционную резину с определенными упругими свойствами. Оказалось, что и с частицами такой же результат возникает при медленных по сравнению со скоростями частиц движениях стенок, когда все частицы успевают «прочувствовать» их движение. Полная и точная определенность результатов в энергетическом отношении (и не обязательно при большом числе частиц) наступает в так называемом адиабатическом пределе - при стремлении к нулю отношения скорости стенок к скоростям частиц. Тогда давление и энергия газа начинают вполне однозначно изменяться с изменением объема независимо от распределения частиц по координатам и скоростям. Этот факт вызывает необходимость в холодильнике, так как после расширения объема - рабочего хода - обратное сжатие без сброса давления (с помощью сброса энергии в холодильник) происходило бы точно обратно и потребовало бы затраты всей энергии, полученной при расширении.

Таким образом, во-первых, термодинамические эффекты при движении частиц по механике возникают, но не всегда, а при определенном способе действий с системой. То есть механика не исключает термодинамики, но сама по себе не порождает ее. Во-вторых, при однозначности результата в макроскопических переменных (здесь это объем, давление, внутренняя энергия) он не однозначен в микроскопическом отношении: частицы могут как в начале, так и в конце процесса оказываться в разных положениях и с разными скоростями, но на термодинамических параметрах (и энергетических эффектах) это не отражается, в макроскопических наблюдаемых процесс зависит только от суммарной энергии частиц.

Дополнительно отметим один существенный, но не отмеченный методологами факт. Как сказано выше, зависимость термодинамического результата процесса от начального микросостояния (от положений и скоростей частиц) исчезает в пределе бесконечно медленных изменений объема. Классическую термодинамику иногда даже называют термостатикой, и поделом. Формулы, которые дают в учебниках термодинамики для описания этих процессов (например, уравнение адиабаты Пуассона), применимы, строго говоря, только в этом пределе, то есть при конечных скоростях частиц - только при нулевых скоростях стенок, что, если это буквально принимать, выглядит достаточно нелепо, так как формально этот предел делает невозможным сам описываемый процесс. Но дело в том, что для человека-пользователя абсолютная точность не является необходимой. Он удовлетворяется уже конечной точностью результатов. Некоторый небольшой разброс энергий в результатах процесса, возможный в околопредельной области, оказывается приемлемым, что и обеспечивает предельным формулам практическую работоспособность. Именно эта важнейшая особенность требований позволяет плодотворно пользоваться предельными формулами, и именно это нетребование бесконечно точного описания реальности, бесконечно точного моделирования реальности вообще дает возможность существовать научным теориям, никогда точно не описывающим мир. Факт существования и, следовательно, работоспособности конечных (а только такие и возможны) замкнутых теорий неизбежно сопутствует тому, что в результатах отражаемых ими процессов выделяются и используются не все подробности, а лишь некоторые. Так, при работе тепловой машины интерес представляет лишь суммарная кинетическая энергия частиц газа.

Итак, состояние газа в тепловой машине контролируется макропараметрами - объемом и давлением, комбинация

которых указывает внутреннюю энергию. Эти наблюдаемые и задают, так сказать, термодинамическую реальность, которую они точно указывают и контролируют и вне которой как бы ничего больше нет. В сфере этой реальности никакие микросостояния, частицы не являются наблюдаемыми, никак не проявляются. Но, конечно, воздействия макропараметрами на систему как-то воздействуют и на частицы. Возникает вопрос: насколько точно реальная система частиц контролируется этими параметрами? И тут вскрывается чрезвычайно любопытный и важный факт.

Пусть объем известен. Измеряем давление: в течение некоторого интервала времени набираем удары частиц, создающие давление. По величине объема и обнаруженному давлению с помощью известного соотношения (так называемого основного уравнения термодинамики) вычисляем энергию системы. Повторим измерение давления за такой же интервал, но смещенный во времени. Если это смещение не подбирать специально в соответствии с положением микросистемы, а это не соответствовало бы очевидному отсутствию согласования движений поршня в тепловой машине с состояниями частиц, то число ударов может оказаться другим, и измеренное давление может получиться несколько иным. Соответственно и вычисленная энергия будет другой. Оказывается, что произведение этого разброса (неопределенности, неточности) в энергии (которая в действительности фиксирована) на длину интервала времени измерения - величина постоянная для разных длин интервалов. Обратим внимание на то, что это произведение имеет размерность действия, как и постоянная Планка. Таким образом, контроль над микросистемой со стороны макропараметров характеризуется ненулевой неточностью, имеющей размерность действия. Как хорошо известно, неточность в действии, свойственная классической механике, которую мы здесь взяли в качестве модельной механики

частиц, равна нулю. Этим и отличается контроль над частицами в термодинамике и в классической механике. Сама по себе механика в принципе позволяет точное согласование времени измерения с состоянием микросистемы и, соответственно, точное согласование воздействий на микросистему с соответствующим улучшением качества результатов: точное применение механики позволило бы работать без холодильника. Необходимость холодильника не есть порождение механики, но и не противоречит ей. В тепловой машине таких точных согласований движений поршня с состоянием частиц газа не производится, поршень движется, так сказать, наобум, поэтому и не удивительно, что ей требуется холодильник.

Нет необходимости здесь разбирать причины, почему такое согласование не производится: то ли нам это трудно сделать, то ли мы в принципе могли бы это сделать, но не хотим, - результат один - необходимость холодильника. Следовательно коэффициент полезного действия (КПД) зависит от того, как реально организовано действие устройства, переводящего кинетическую энергию частиц газа в некую полезную для нас работу, а не определяется только свойствами первоначал, в данном случае - возможностями классической механики.

Было бы странно, если бы такая специфическая величина, как характерная для термодинамического контроля неточность в действии, не проявилась в известных термодинамических переменных. Она и проявилась. Она одинакова в различных точках адиабаты, то есть на ней сохраняется. Но известно, что на адиабате сохраняется единственная термодинамическая величина - энтропия. Кроме того - с качественной стороны - неточность контроля явно должна плохо сказываться на КПД. У энтропии то же неприятное свойство. Так вот *энтропия и есть функция этой неточности контроля над системой*. Говоря несколько



упрощенно, что допустимо в данном изложении, *энтропия - это логарифм неточности контроля над системой в термодинамике*. Этот вывод - чрезвычайной важности. До сих пор энтропия рассматривалась как характеристика реальности самой по себе, как характеристика мира, существующего и без действующего субъекта. Здесь же получается, что она есть лишь характеристика неточности специфического (термодинамического) контроля над системой, не использующего всех возможностей механики.

Ситуацию можно проиллюстрировать следующей картиной. Существуют (модельный) мир, в котором справедлива механика, и субъект, который желает перевести кинетическую энергию частиц в полезную работу. В принципе мир (механика) позволяет перевести ее сколь угодно полно. Но если субъект создал устройство по использованию энергии частиц, действующее грубо, плохо коррелирующее воздействия на частицы с их состояниями, то оптимальный результат, очевидно, не может быть гарантирован. Если же, кроме того, это устройство работает так, как схематически описано выше, то есть работают с газом в объеме, используя только медленные движения поршня, то получается замкнутая система параметров, не включающая переменных отдельных частиц, достаточная для описания процессов и их результатов, выраженных в этих параметрах. Все другие величины вне этой замкнутой системы перестают быть наблюдаемыми: это частицы вместе с классической механикой, которой они подчиняются. Если видеть только эти процессы в их переменных, то как бы возникает полный и замкнутый, самодостаточный мир. В этом «термодинамическом» мире энтропия действительно является функцией состояния самого мира. И у этого мира может быть (и был!) наблюдатель. И субъект может с ним работать, оперируя его параметрами. Но возвращаясь к исходной подробной модели, мы видим, что в

действительности воздействия производятся не на рабочее тело с резиноподобными свойствами, а на частицы, и, строго говоря, даже давления нет, а есть передачи импульса стенкам отдельными ударами частиц, и что спектр движений стенок специфически вырезан из всего допустимого в действительном мире спектра, и что помимо немногих существующих в «термодинамическом» мире результатов процессов существует еще много других (микроскопических). И мы понимаем, что этот «термодинамический» мир все-таки не есть мир, существующий сам по себе, а возникает в теории, в представлениях субъекта как систематизированное отражение результатов специфической работы с реально существующим материалом (механическими частицами). Представление о его реальном, самом по себе существовании - всего лишь кажимость, артефакт. И с точки зрения более подробной модели энтропия не есть некоторая функция состояния реального мира, а есть характеристика точности особых управляющих действий, совершаемых в реальном мире субъектом. С точки зрения истинной, более подробной модели она вообще никак не отражает, не описывает состояний реального мира, ни точно, ни приближенно. Выражаясь в терминах фазового пространства (пространства координат и импульсов частиц), можно сказать, что она не указывает с какой-либо точностью положения системы в нем и в этом смысле вовсе не отображает систему, а специфическим образом оценивает лишь величину неопределенности, с которой описанное выше термодинамическое управление системой контролирует ее в этом пространстве. Рациональное значение так, «истинно», «микроскопически», «первоначально» (от слова «первоначала») понимаемой энтропии заключается в том, что она, будучи использована вместе с характеристиками реального состояния, может дать оценку качества ряда результатов, получаемых при таких воздействиях.

Таким образом, *энтропия - это первый отчетливый пример физической величины, не существующей без субъекта, а возникающей именно как характеристика связи субъекта и объекта.*

Проведенный анализ показывает, что, по принятой терминологии, более высокий уровень движения или описания (в данном случае макроскопическая теория) не сводится, не редуцируется к более низкому (здесь - к микроскопическому), а более низкий (уровень механических «первоначал») сам собой не порождает более высокого (термодинамики). Образовывать макросостояние - не свойство частиц и не следствие их свойств. Это и есть несводимость макроскопического уровня к микроскопическому.

В более общем плане можно заключить, что появление тех или иных объектов и структур, отличных от истинно первичных (о знании которых в реальности, а не в конечной модели говорить не приходится) отражает как объективную реальность, так и субъективный уровень. Некоторый уровень отражения (описания) реальности и, соответственно, его параметры, структуры, объекты выделяются двумя факторами: 1) характером реального материала и 2) целью, способом, средствами и условиями работы с ним. В редукционистском подходе второй аспект совершенно игнорируется, то есть реальный механизм возникновения уровней и связи более и менее общих теорий отражается в этом подходе неверно. Известное мнение Фейерабенда о несвязности и непроверяемости теорий [Фейерабенд П. Избранные труды по методологии науки.- М.: Прогресс, 1986] и об отсутствии кумулятивности в процессе познания основано на редукционистской схеме. Правильный же учет роли наблюдателя, не замечаемой в этой схеме, позволяет с успехом сравнивать разные теории и в соответствующих случаях делать вывод о накоплении знания

по мере совершенствования теорий [Губин В.Б. О совместимости, согласованности и преемственности физических теорий // *Философские науки*, 1989, вып.12, с. 107-112; его же: *Физические модели и реальность*].

Выходит, роль наблюдателя не сводится, как это обычно представляют, к пассивному созерцанию всего, что происходит, а весьма конструктивна. Очевидно, эта конструктивность особенно важна при работе с бесконечно сложной реальностью, когда только ограничение круга оцениваемых ситуаций и обращение внимания только на отдельные стороны эффектов дает возможность выделить какие-то структуры и получить полезные заключения. Поэтому наблюдатель - как мы видим, действующий - заслуживает более пристального изучения.

В методологической литературе мало обращалось внимания на указанную выше принципиальную ограниченность требований субъекта к точности получаемых в его деятельности результатов, хотя в экспериментальных работах ошибкам измерения уделяется достойное место. Это видно по тому, что давно известный в физике принцип соответствия на самом деле в достаточной мере не понят, так как в его формулировках отсутствует указание на достаточность конечной точности сравнения теорий, из-за чего, в частности, до сих пор существуют принципиальные разногласия по вопросу о механизме предельного перехода квантовой механики в классическую [Губин В.Б. *Физические модели и реальность*].

Начнем с констатации того существенного факта, что субъект - живой. А между живым и неживым можно провести только одну неопровержимую границу: живому может быть хорошо или плохо, а у неживого нет подобного рода отношения. Это разделение - по существу. Все другие критерии, обычно основывающиеся на формальных, но неглубоких признаках, легко опровергаются более или менее

очевидными контрпримерами (см. там же). Наличие ощущения типа «хорошо» или «плохо» выделяет ощущающий объект из среды, ставит его к ней в особое отношение, отличное от «отношений» первичных, микроскопических взаимодействий.

Эти ощущения к физике не сводятся, это сфера идеального. Чувство, например, боли невозможно объяснить через физические переменные. Как говорится, не то, чтобы физика не понимала боль, а просто боль не входит в сферу ее понятий.

И нельзя сказать, что физика не может выразить ощущения потому, что она проще его. Пусть у данной системы выработалось *отношение* к ситуации, хотя бы простое - двузначное. По принятой здесь классификации это - живое. Но легко увидеть, что такое отношение в некотором смысле проще, чем точная отражаемая в этом отношении ситуация. Выражаясь привычным физическим языком, реальная материальная ситуация определяется какими-то значениями неисчислимого множества параметров. А вырабатываемый отклик - ощущение «хорошо-плохо» - может быть описан всего лишь одним параметром, способным принимать только два значения. Тогда ясно, что одному значению этого параметра может соответствовать множество различных реальных состояний среды, другому - еще одно множество. Таким образом, характерной чертой ощущения является его относительная устойчивость: изменение ситуации в некоторых ограниченных пределах оставляет отклик неизменным. Ощущающий объект не чувствует малых изменений в своем «физическом» состоянии. Еще Лукреций отметил как важное, что мы не ощущаем лапок комара по отдельности. Налицо «антиномия»: небезразличие (наличие отношения «хорошо-плохо») возможно только при определенной степени безразличия.

Между прочим, совершенно непонятна физическая подоплека отрыва отклика от его материальной причины. Как может произойти упрощение? Что его обеспечивает? Тут имеется обширное поле для спекуляций. Похоже, что в меньшей части материи не может быть полностью, исчерпывающим образом отражено, отпечатано воздействие на нее всей остальной материи. Видно, несмотря на неисчерпаемость материи меньшая ее часть проще большей в абсолютном смысле. То есть делимость материи не имеет характера делимости отрезка на части, когда точки («состояния») на всем отрезке и на его части могут быть поставлены во взаимнооднозначное и взаимнонепрерывное соответствие. Если бы ситуация была подобна положению с отрезком и, как говорят, равномошной ему его частью, то меньшая часть материи не отличалась бы от большей и никак нельзя было бы «отстроиться» от мелочей в пользу более важного в каком-то отношении и быть хотя бы относительно суверенными по отношению ко всему остальному миру.

Без какого-то подобного рода свойства мира, обеспечивающего возможность упрощения, познание и предсказания с какой-либо долей уверенности были бы невозможны. Полное знание абсолютно всего невозможно уже потому, что живое обязательно упрощает. Любое же частичное знание при отсутствии эффекта ослабления влияния оказывалось бы и невозможным, и бесполезным. Наличие же эффекта обеспечивает некоторую значимость уже частичного знания, а также нормальную стратегию познания.

Теперь посмотрим, как относительная устойчивость ощущений работает в процессе выделения формы объектов. Для понимания того, чем и как порождается форма, что дает качественную определенность явлению, необходимо лучшее, чем обычно разъясняется, понимание происхождения и механизма действия меры. Как известно, накопление

количества приводит к появлению нового качества, когда количественные изменения выйдут за определенную границу, превысят некоторую меру. Но какую меру? Откуда и почему конкретно определенность границ?

Каждая ситуация во времени и пространстве уникальна, не повторяется, всегда чем-то отличается от любой другой. Как же тогда и в каком смысле могут возникать всегда обобщающие понятия? Что и когда приобщает разные, строго говоря, ситуации к одному? То чаша и это чаша. Но ведь «то» и «это» - разные! Что их объединило в одну группу?

Все, о чем мы говорим в обыденном разговоре и чем оперируем в теории, прошло через наши чувства, было отражено в них и, понятно, некоторым образом преобразовано с обязательным вкладом упрощения. А как могут быть отражены разные ситуации в ощущении? Ответ очевиден. Ввиду относительной устойчивости ощущений ситуации будут восприниматься по-разному, если истинная разница превысит порог чувствительности данного ощущения, в противном случае ситуации будут казаться неразличимыми.

Вопрос об отделении одного от другого - это вопрос о границе между ними. В неисчерпаемой материи ничто ни от чего не отделяется абсолютно резко и четко, никаких четких границ самих по себе нет. Другое дело, если реальность действует на чувства - отнюдь не бесконечно тонкие и совершенные. Тогда тот же бесконечно длинный (в согласии с квантовой механикой), но все более разреженный хвост у «атома» (выражаясь модельно) в каком-то месте перестает замечаться, «обрубается», и атом уже выглядит конечным, ограниченным, отделенным от «не атома», противопоставленным всему другому. Более того. Разные реальные образования, из которых «получаются» атомы, различаются, нет среди них и двух одинаковых (даже если на время забыть, что они вообще не существуют по отдельности). Однако та

же самая ограниченная чувствительность «наблюдателя», формирующая при отражении границу атома, может не видеть разницы между различными реальными образованиями, если они достаточно похожи, так что реальность может предстать перед таким наблюдателем как набор одинаковых атомов. Таким образом, относительная устойчивость ощущений при подходящих реальных условиях может и будет приводить к выделению (обнаружению) отдельных объектов и к обобщению их в классы. Ясно также, что выделенные таким образом объекты не сводятся к материалу, отражением которого они сформированы.

Изложенная картина четкого подразделения «хороших» и «плохих» состояний среды, естественно, упрощенна. В действительности границы состояний ощущений более зыбки. Однако существует еще один методологически важный момент. Субъект не только ощущает, «переживает», но и действует так или иначе в зависимости от ощущений. Эффективно этому соответствует неизбежность принятия решения типа «да-нет» при любых состояниях ощущения, что означает, что граница в конечном счете как-то устанавливается, а мы поэтому можем здесь временно пользоваться представлением о полной четкости ощущения.

Относительная устойчивость ощущений, сохранение субъективной сущности при ненулевых изменениях материального субстрата означает: 1) выделение этой сущности вместе с какой-то частью материи как целого, относительно независимого от остального, выделение другого, чем все это остальное; 2) на высоком уровне - субъективное ощущение свободы, то есть по меньшей мере впечатление возможности выбора по произволу; 3) появление ненулевой меры, что дает возможность, исходный пункт для последующего выделения структур, формы, объектов, вещей, построения обобщений, понятий,



классификации. Неясно, как появляется ощущение, относительный отрыв от «всего остального», то есть отбрасывание части влияния, пренебрежение чем-то. Но раз уж оно появилось, что бесспорно, то возникают и указанные следствия, описанные, конечно, тоже упрощенно.

Не следует представлять себе всегда, что множество состояний, порождающих «хорошо», лежит слева от границы раздела, а остальные - справа. В ряде случаев удобнее представлять себе множество благоприятных состояний в виде островка или коридора, что лучше соответствует представлению о мере и обычным анализам экспериментальных ошибок.

«Упрощение» реальности в относительно устойчивом ощущении означает возникновение меры - в первую очередь как интервала, задающего пределы существования ощущения данного качества. С одной стороны, эта мера ненулевая, что порождает возможность обобщения. Бесконечная узость меры не позволила бы выделить никаких структур в мире. С другой стороны, обязательная возможность иного ощущения означает конечность, а не бесконечность этой меры, иначе все было бы безразлично, и субъект целиком исчез бы в неощущающей реальности. При исчерпывающем отображении не возникало бы никакого качества. Мера явно связана с границами существования того или иного качества. Надо, конечно, добавить, что при более «развитом» субъекте, чем рассматриваемый здесь, критерии выделения объектов и включения их в классы, то есть соответствующие меры, будут более разнообразными как по форме и содержанию, так и по целям, в том числе появятся и более сознательно выбираемые.

Относительный отрыв от материального субстрата, неполная от него зависимость есть возникновение уровня идеального, не сводимого к материальному и противопоставляемого ему в плане основного вопроса философии.

Идеальное, для которого ощущение является как бы кирпичиком, «первоначалом», нельзя свести к материальному, нельзя определить, выразить через материальное. Это разные сферы, у которых сущности, понятия и параметры не совпадают. Идеальное - это вообще нечто несводимое к субстрату, начинающееся с ощущения. Субъективное - это идеальное более конкретное, относящееся непосредственно к индивидуальному живому объекту. Субъективное - это, так сказать, пространство, базис, на котором разворачивается все сложное, разнообразное, богатое идеальное.

Мы видим, что и при естественнонаучном рассмотрении более или менее реалистической картины свойств и действий наблюдателя вскрываются существенные элементы диалектики: разделение на материальное и идеальное (а не только на материальное и столь же материальный прибор); мера; разные уровни; несводимость уровней друг к другу - при возможности, тем не менее, понять их связь при учете формообразующей роли деятельности; принципиальная невозможность абсолютного знания, но наличие в ощущениях влияния (отражения) реального состояния, на чем может основываться получение знания - хотя и неполного, относительного, но все же обладающего и объективным содержанием.

В связи с заявленным здесь представлением об отсутствии четких границ в неисчерпаемой материи и о «деятельностном» механизме формирования отдельных объектов возникает вопрос о реальном существовании вещей.

Вообще «вещь» - исключительно неудобное понятие для применения в философии. Не вызывающее недоразумений в обыденном разговоре для обозначения конечных и законченных образований, в философии в таком же качестве оно является пережитком натурализма и метафизики, совпадая по смыслу с самостоятельно четко выделенной частью реальности «в форме объекта» и вступая

в противоречие как минимум с общепринятыми представлениями о бесконечной делимости материи, на чем, кстати, довольно успешно основывал свою критику (метафизического) материализма Беркли [Беркли Дж. Сочинения. - М.: Мысль, 1978]. Он связывал материализм с признанием существования самостоятельно отграниченных вещей. Доказывая, и справедливо, что таковых бесконечно делимая материя не допускает, он делал вывод о несостоятельности материализма (что было верно по отношению к метафизическому материализму). Но материализм не заключается в признании самостоятельного существования вещей. В плане вопроса о вещах для материализма обязательно лишь признание среды, материала, на котором основан мир и на котором каким-то образом могут быть построены вещи, которые видит наблюдатель, вовсе не обязанный видеть абсолютно точно. Важно лишь, чтобы материал имелся за вещами. (Еще одно требование материализма - это прохождение любых воздействий через материальный уровень, хотя бы они проявлялись в сфере идеального. В этом - первичность материального.) Поэтому представление о вещи как об объекте, сформированном из неисчерпаемого материала специфической (в том числе и просто созерцательной, но незеркальной) деятельностью субъекта, выделенном субъектом в подходящих областях среды, не выходит за рамки материализма. Очевидно, источником обычно признаваемой неисчерпаемости каждой вещи является и бесконечная сложность материала, и разнообразие способов деятельности с ним, когда проявляющаяся вещь меняется или поворачивается к наблюдателю разными своими сторонами.

В заключение обратимся к определению системы и механизму ее формирования. Основная трудность состоит в неясности, как и что выделяет такие-то элементы из всех наличных и что их объединяет в *другой* объект, придает

набору *новую* сущность. Эта трудность происходит из того, что стараются вывести эту новую сущность из самого материала, из субстрата системы, из ее элементов - так сказать, форма вещи есть дело самой вещи. Из изложенного выше явно следует, что этот прием не проходит, как не проходит редукционизм. В описываемом здесь подходе очевидно, что системой является любое целое, субстрат которого разделим на элементы, имеет внутреннюю структуру. В таком случае системой является любой объект, выделяемый деятельностью, *поскольку* в другой деятельности он предстает в виде набора элементов, то есть имеющим структуру.

Вопрос об образовании системы из элементов и есть вопрос о построении объекта более высокого уровня из объектов более подробного уровня, так что к вопросу о соотношении системы и ее элементов приложимы все те ответы, которые были получены в связи с соотношением структур разных уровней. Некоторое отличие заключается в акцентах: под системой больше склонны понимать самоподдерживающиеся объекты, единство и целостность которых якобы вырастают из свойств их элементов. Кажется, что тут самостоятельно возникает новое качество. Но в неисчерпаемом реальном мире такое образование не может самостоятельно выделиться и, следовательно, не может иметь самостоятельной определенности, хотя, конечно, для возможности выделения деятельностью такой структуры должны в реальности иметься соответствующие материальные предпосылки.

Можно думать, что изложенный подход в состоянии помочь более основательно разобраться в принципиальных методологических проблемах конкретных исследований.

Вычислительный центр  
Российского университета дружбы народов.

# ИСТОРИЯ С ЭНТРОПИЕЙ

В.Б.Губин

## I. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ.

История выяснения смысла понятия “энтропия” и многочисленных предложений по разрешению трудностей и парадоксов, возникающих при попытках согласовать ее определение со структурой систем, а поведение - с характером движения частиц, образующих системы, весьма длинна и производит на первый взгляд странное впечатление.

В обычной трактовке задачи требуется каким-то образом для (макро)системы, состоящей из большого числа механических частиц, окруженных стенками, ввести вероятность, энтропию, монотонно возрастающую со временем, и обосновать применимость статистической механики. Это единственная задача физики, отчетливо поставленная еще в прошлом веке, изучавшаяся большим числом крупных ученых, но полно, четко и ясно не решенная до сих пор.

Сошлюсь на три известных источника.

1. В книге Л.Д.Ландау и Е.М.Лифшица “Статистическая физика”, отражающей мнение авторов приблизительно в шестидесятые годы, утверждается ([1], с. 48): “Вопрос о физических основаниях закона монотонного возрастания энтропии остается... открытым.”

2. В семидесятые годы Р.Балеску пришел к выводу ([2], с. 386-388), что традиционные надежды на так называемый эргодический подход в разрешении проблемы обоснования статистической физики следует признать несостоятельными: не удастся необходимым образом связать усредненные по времени функции от механических перемен-

ных системы (средние по фазовой траектории) со средними по статистическому ансамблю - т.е. обосновать главный метод статистической механики. Поэтому Балеску предложил *“рассматривать средние по ансамблю как первичное определение макроскопических динамических функций, не вводя какой-либо более фундаментальной концепции.”* Он же заключил, что с получением правильного временного поведения макросистем также нет ясности.

3. Последним по времени из широко известных было предложение о решении проблемы необратимости И.Пригожиным. Хотя об этом решении очень много говорилось, но, видимо, очень мало кто знает, в чем именно оно заключается. А заключается оно в следующем.

Поместим газ в сосуд. В момент этого, как говорят, приготовления координаты и скорости частиц газа могут оказываться различными.

Часть наборов этих переменных по крайней мере в первый момент обеспечит движение системы в сторону большего равновесия, но столь же вероятна такая же часть наборов, заставляющая систему в первый момент еще больше удаляться от равновесия. Так как направления скоростей при приготовлении не контролируются, то эти две группы начальных координат и скоростей априори равноправны и равновероятно реализуемы, в то время как, по-видимому, требуется получить движение к равновесию с подавляющей вероятностью. Так вот Пригожин предложил считать, что при приготовлении в действительности реализуются (*“отбираются”*) только те наборы координат и скоростей частиц, которые придают системе движение к равновесию, а наборы с соответственно противоположно направленными скоростями не реализуются. Это его *“принцип отбора”* ([3], стр. 227).

Что можно сказать о таком решении?

**Во-первых**, оно явно принято в порыве отчаяния - почти так же, как Балеску предложил пока пользоваться гипотезой о равенстве средних по времени средним по ансамблю. Разница в том, что Балеску как бы говорит, что мы пока с этим вопросом не разобрались, но для работы будем применять проверенное во многих приложениях базисное соотношение, фактически - будем пользоваться прежним аппаратом статфизики. Неверного решения Балеску заведомо не предложил, он только временно отказался решать проблему, признав на том этапе наше поражение в этом вопросе и оставив гипотезу гипотезой. Пригожин же фактически заявляет, что он окончательно снимает проблему. Он делает вывод, что природа такова, что реализуется “принцип отбора”, т.е. что это новый, открытый им (логически) закон природы, не допуская мысли, что что-либо осталось непонятым, - т.е. рискуя, что его решение неверно.

**Во-вторых**, наличие такого “отборочного” закона природы чрезвычайно сомнительно. Напротив, все специалисты по статфизике уверены, например, что в только что нагретом чайнике, который впоследствии, конечно, остынет, направления скоростей молекул воды распределены равномерно, т.е. ни о каком “принципе отбора” не может быть и речи.

**В-третьих**, один только сам по себе принцип отбора не объясняет необратимости, как она трактуется в термодинамике: переход к равновесию - окончательный. Ведь даже если, в соответствии с пригожинским принципом отбора, действительно реализовались такие начальные условия, которые обуславливают в начале процесса движение системы в сторону равновесия, замкнутая система (а только такие здесь и имеются в виду) все равно когда-то обязательно вернется к исходному неравновесному состоянию. Это доказывается теоремой Пуанкаре о возвращении для всех начальных условий без исключения, т.е. и для отобранных

любым способом, по любому принципу. Следовательно, состояния, которые, по Пригожину, реализуются и ведут на начальном этапе к росту энтропии, не приведут к окончательному установлению равновесия.

**В-четвертых**, вводя “принцип отбора”, Пригожин апеллирует к природе: вот такая она, что в ней существует этот закон, согласно которому при приготовлении реализуются только подходящие начальные состояния: “В о п р о с о т о м , ч т о ф и з и ч е с к и р е а л и з у е м о и ч т о н е р е а л и з у е м о , э м п и р и ч е с к и й” ([3], стр. 229).

Основание шаткое. Доказательство чисто отрицательное: мы не сумели согласовать различные положения, ну так давайте введем новое, дополнительное положение, объявляющее прежние не согласующиеся положения согласующимися. Возможно, это новое положение является достаточным (но таковым оно не является из-за теоремы Пуанкаре), но бритва Оккама предпочитает свидетельства необходимости! Кроме того, и это еще важнее, полностью ошибочно мнение, что за ответом в вопросе разрешения указанных трудностей надо обращаться к реальной природе. В действительности задача согласования термодинамики и механики - чисто теоретическая, модельная. Существуют модель термодинамики, модель механики и связывающая их молекулярно-кинетическая модель, согласно которой термодинамические системы состоят из частиц, движущихся по механике. И все это надо согласовать фактически на бумаге: о реальной природе на этом этапе уже забываем. Этих моделей для работы согласования достаточно вот почему.

Отметим, что практически нет отчетливых возражений против применимости механики (в соответствующих случаях, возможно, квантовой) как микромоделей движения элементарных составляющих термодинамических макросистем - помимо того возражения, что при обычной механике



возникают проблемы с теоретическим обоснованием статистической механики (см., например, [4], стр. 92 и [5]).

Наоборот, никто не сомневается в том, что и при движении частиц газа по классической механике (хотя это, конечно, лишь приближение к реальности) обычным образом построенная (модельная) тепловая машина работала бы обычным образом, требуя холодильника. Никто не сомневается также в том, что если газ поместить в часть замкнутого объема и отпустить, то он **практически** навсегда разлетится более или менее равномерно по всему объему. Этого достаточно для возникновения самых характерных, базовых элементов классической термодинамики. А в последние десятилетия на ЭВМ моделировались и более изощренные задачи, и никогда не потребовалось введения какой-то новой, неизвестной механики частиц. Таким образом, обычная механика применима в качестве микромеханики микросоставляющих термодинамических систем по крайней мере в существенной части случаев. Именно поэтому требуется не искать новую механику (например, с “принципом отбора”), а согласовывать имеющиеся четко очерченные модели обратимой механики и необратимой термодинамики. Если же мы постулировали эти модели в качестве моделей, подлежащих согласованию, то только с ними и надо работать. Поэтому апелляция к природе, в которой, по предположению Пригожина, должен существовать такой отбор, здесь просто неуместна. А в обычной механике (в том числе и квантовой) нет “принципа отбора”, введенного Пригожиным, и ввести его там невозможно.

**В-пятых**, более того, для возникновения “принципа отбора” недостаточно ввести какую-либо необратимую механику. Основание для него должно быть даже не в механике, а в обстоятельствах, в законах образования ситуаций, в которые должны попадать движущиеся объекты.

Основанием “принципа отбора” должен был бы быть даже более общий, более широкий, более универсальный закон, чем любая конкретная механика, которая для работы со своими объектами требует задания начальных условий.

То, что нужно для реализации этого принципа, трудно даже сформулировать. По уровню требований этот принцип равен требованиям, чтобы все частицы двигались в одну сторону, или чтобы все частицы собрались в одной, указанной половине объема. Эти требования должны быть обращены к пространству и вдобавок каким-то дичайшим образом. Ведь при любой механике объекты где-то должны двигаться - или в некоторой абсолютной системе координат или хотя бы друг относительно друга. В любом случае должны возникать парные (противоположные) возможности: влево или вправо, ближе или дальше, более близко или менее близко - без этого нет движения и, следовательно, механики. Но закон, утверждающий, что можно двигаться только “влево” или только “дальше” или только “быстрее” (чем другие), сам бы себе противоречил, этот закон просто уничтожил бы само движение, так как уничтожил бы противоположность того, куда можно двигаться: он уничтожил бы “откуда” или “по сравнению с чем”, он уничтожил бы вместилище движения. “Принцип отбора”, утверждающий, что частицы могут двигаться в одном направлении, но никак не в противоположном, практически уничтожает концепцию механики с задаваемыми начальными условиями, от которой никто никогда не откажется.

Кроме того, закон, определяющий выбор направления движения, был бы явно ужасно прихотлив. Мы ведь реально видим движения масс в разных направлениях. Знаем, например, что молекулы горячей воды в чайнике движутся в необозримо различных направлениях. Так вот объявляется, что эти направления - для каждой молекулы свое и меняющееся со временем - предпочтены каким-то общим

свойством природы, а не случайностями нашего обхождения с чайником, и это при том, что при нагревании в другой раз эти направления с легкостью сменятся на практически любые другие.

Простейшее добавление еще одной частицы должно, согласно Пригожину, радикально менять форму областей в пространстве, разрешенную для движения других частиц. При такой взаимной увязанности условий движения нельзя было бы толкнуть частицу, не выяснив предварительно, где и куда движутся другие. Это противоречит всему нам известному. Тогда никакая механика с концепциями начальных условий не могла бы работать.

Такая прихотливость, назойливая мелочность общего свойства природы совершенно невероятна и потому должна быть решительно отброшена вместе с пригожинским “принципом отбора”.

С “принципом отбора” мы закончили.

В начале шестидесятых в новогоднем номере газеты “Московский университет” на первой полосе было помещено стихотворение, содержавшее блистательную вариацию известной строки Маяковского:

“Вы летите, в энтропию врезываясь...”

Этот перл, шутивно отождествляющий понятие со средой, замечательно точно отражал отношение студентов, даже физиков к энтропии как к чему-то весьма существенному, но настолько туманному, что и понять невозможно, с чем приходится почтительно смириться, признав здесь свою полную несостоятельность. Как видим, с тех пор положение не изменилось. Таким образом, задача выяснения смысла энтропии и согласования закона ее возрастания (второго закона термодинамики) с механикой - настоящий вызов научному сообществу, которое, тем не менее, этого вызова почти не замечает.

## II. РЕШЕНИЕ СМОЛУХОВСКИМ ПРОБЛЕМЫ НЕОБРАТИМОСТИ. НЕОБРАТИМОСТЬ КАК СУБЪЕКТИВНОЕ ВПЕЧАТЛЕНИЕ.

Подытоживая, скажем, что специалистами достаточно понято, что проблему в лоб не возьмешь: прямолинейным образом ни сама статистическая вероятность, ни необратимость из самой механики непосредственно не следуют, не порождаются ею. В такой ситуации высказывались разные мнения - с тем или иным выводом - относительно способов разрешения проблемы. Мы здесь их не будем обсуждать, так как они сводятся в основном к недостаточно оправданным предложениям и попыткам сменить тип микромеханики ([1,4,6]). Тем не менее попытки вывести термодинамику и статфизику из самой механики продолжаются, потому что никаких других возможностей не усматривают. Не усматривают несмотря на то, что уже столетие назад М.Смолуховский [7] (а до него в более предположительной форме об этом говорил А.Пуанкаре [8]) в решение проблемы необратимости ввел новый для физики элемент - субъекта, и ввел с большим успехом. Подчеркиваю: именно субъекта, а не стандартного для физики наблюдателя. Разница между ними в том, что обычный наблюдатель был совершенно объективен и бесстрастен, он как бы просто переводил происходящее на язык формул, на бумагу, в то время как наблюдатель Смолуховского имел некоторые человеческие слабости: зрение у него было не идеальным и наблюдать бесконечно долго - что же произойдет в конце концов - он не мог (так сказать, по техническим причинам).

Этих факторов оказалось достаточно, чтобы получить интерпретацию необратимости, согласованную с механикой и сразу же принятую физиками как вполне естественную. Однако в последующем в формальный аппарат обоснования статмеханики ни 1) конечная точность, ни 2) конечное время наблюдений, ни (скажем еще подробнее) 3) несуществен-

ность для наблюдателя возможных, но чрезвычайно маловероятных событий типа самопроизвольного образования сильно неравновесных состояний не были включены в явном виде. Поэтому десятки лет исследователи и стояли в недоумении перед проблемой сплошного (или “всюду плотного”) зачерчивания фазовой траекторией микросистемы необходимого в статистике фазового объема, что невозможно [4] (или слишком долго [2]). А ведь существенно использованная Смолуховским неточность наблюдения практически эквивалентна замене фазовой траектории (т.е. бесконечно тонкой линии) трубкой с сечением конечной площади. Трубка заполнила бы конечный объем за ограниченное время, что в действительности и требуется получить. По поводу неадекватного применения математического аппарата в обосновании статистики можно было бы еще много говорить. В общем почти все делалось так, как будто только механика сама по себе в некоторых обстоятельствах порождает статистические и термодинамические закономерности, что как раз и невозможно.

Причина же, по которой продолжают игнорировать использованные Смолуховским особенности наблюдения - привычка, традиция смотреть на физику чисто объективистски. Показательно в этом отношении заявление Ландау и Лифшица в книге “Статистическая физика” именно в связи с подходами к решению проблемы необратимости ([1], с. 47-48): “...связывание физических законов со свойствами наблюдателя, разумеется, совершенно недопустимо.” Из этой методологической установки, отвергающей подход Смолуховского (хотя о Смолуховском там не говорится), закономерно следует цитировавшийся выше их вывод о нерешенности проблемы необратимости.

Пригожин также не согласен с интерпретацией необратимости как “иллюзии” (т.е. впечатления, возникающего у не слишком объективного наблюдателя) ([3], стр. 33) и с

конструктивным вкладом неточности наблюдения - “грубого зернения системы” ([9], стр. 201) - в порождение этого впечатления. В то же время он знал, что самостоятельно необратимость из механики не следует (там же). Поэтому он и попытался ввести добавочный закон природы. Однако при этом возникли указанные выше нетерпимые несообразности.

В действительности же неточность наблюдения используется чрезвычайно широко и по существу, хотя в большой степени неосознанно и непоследовательно. Так, когда поняли, что сплошь зачертить фазовый объем фазовой траекторией механической системы невозможно ([10], [11], [4], [6] и др.), что требовалось для равенства средних по ансамблю средним по траектории, это требование ослабили до “всюду плотного” зачерчивания - такого, при котором траектория не проходит через все точки, но заходит в любую окрестность любой допустимой внешними ограничениями фазовой точки: эргодическую гипотезу заменили квазиэргодической. Но это ослабление может быть оправдано только некоторым безразличием (допустимыми ошибками) наблюдателя. Иначе понятию окрестности точки неоткуда появиться.

### III. ДРУГОЙ СЛУЧАЙ НЕОБРАТИМОСТИ: ТЕПЛОВАЯ МАШИНА.

Перейдем теперь к изложению того нового, что было понято при анализе еще одной существенной группы термодинамических явлений [12], которой не коснулся Смолуховский и которой ведущие теоретики, за исключением Л.Сциларда [13], в XX веке полностью пренебрегли.

Существуют две группы термодинамических явлений, в связи с которыми имеются две специальные формулировки второго закона термодинамики (считающиеся в конечном счете эквивалентными).

1) Это закономерности работы тепловой машины, на основании которых и было впервые введено понятие энтро-

пии. Второй закон термодинамики утверждает относительно тепловой машины, что она может работать только при наличии разности температур, т.е. кроме нагревателя, за счет энергии которого машина совершает работу, ей требуется еще и некоторый особый инструмент, орудие производства - холодильник (с температурой более низкой, чем у нагревателя), которому неизбежно должна быть передана часть энергии нагревателя. Поэтому коэффициент полезного действия (КПД) тепловой машины обязательно ниже 100% - это даже при отсутствии трения.

Таким образом, холодильник позволяет (помогает, обеспечивает способ) тепловой машине переводить тепловую энергию (кинетическую энергию частиц газа) в какой-либо вид механической работы, но берет за это плату и изменяется сам, причем, к сожалению, так, что при конечной мощности (энергетической вместимости) нагревателя и холодильника КПД постепенно уменьшается и стремится к нулю. В процессе работы нагреватель охлаждается, а холодильник нагревается, и так до тех пор, пока температуры не сравняются, после чего тепловая машина окажется без холодильника и уже не сможет работать несмотря на то, что тепловая энергия у нагревателя и холодильника еще имеется.

2) Другая формулировка второго закона гласит: замкнутая изолированная система стремится к равновесию. Примеры очевидны: неоднородности плотности, давления, температуры газа внутри сосуда сглаживаются, температуры при тепловых контактах выравниваются и без тепловой машины. Итог тот же: тепловая машина в конце концов не сможет работать, так как не будет холодильника. Смолуховский исследовал именно эту группу явлений - поведение неравновесных систем.

Ввиду практической эквивалентности разных формулировок второго закона термодинамики и предельной ясности принципов действия тепловой машины, видимо,

посчитали, что анализ ее работы не даст ничего нового. На самом же деле это не так. Среди характеристик ее работы есть одна, которая не появляется при рассмотрении поведения неравновесных систем и само название которой должно было бы насторожить объективистски настроенных физиков, если бы они были достаточно критичны. Это коэффициент полезного действия. Почему это вдруг в физике, объектом изучения которой считаются вещество или его части как они есть сами по себе, встретилось понятие “полезный”? Кому или чему полезный - системе как она есть, изучение которой является целью физики? Но, по-видимому, самой физической системе должно быть все безразлично! Кому же не все равно, что для совершения работы может быть использована только часть энергии нагревателя, в то время как остальная часть будет потеряна в холодильнике? И как это потеряна, она ведь сохранилась? Откуда появляется разбиение энергии (которая за исключением затраченной на совершение работы сохранилась полностью) на части по качественному критерию полезности? Кто или что производит разбиение? Разумеется, производит такое разбиение пользователь.

Это первый субъективный момент: источник требования разбиения энергии на сорта по разнице качества - человек. КПД без субъекта не возникает. Частицам, их набору (системе) и самой энергии абсолютно безразлично, как она распределится, лишь бы сохранялась.

Дальше. Почему же человек так подразделяет части энергии? Потому, очевидно, скажут, что одну часть он может использовать для своих целей, например, на подъем ведра воды, а ту часть энергии частиц, которая перешла в холодильник, не может, не способен использовать. Скажут еще, что все это давно известно и ничего нового тут открыть нельзя. Но это неверно. На этом ровном месте можно еще многое увидеть, если разобраться подробнее.



#### IV. КОНТРОЛЬ НАД СИСТЕМОЙ В ТЕПЛОВОЙ МАШИНЕ.

1. Первое, на что следует обратить внимание при анализе возникновения разбиения энергии на полезную и бесполезную части - это необходимость для получения полезной работы управлять процессом передачи энергии от частиц газа каким-то другим телам. Не само же по себе тепло (энергия) решает совершить именно ту конкретную работу, которая нужна человеку. Чтобы за счет нее совершить что-то нужное, человек должен делать нечто определенное соответственно своей цели, имеющимся средствам и обстоятельствам.

В данном случае он строит специфическое устройство - тепловую машину, функционирование которой организовано особым образом, а не любым произвольным, случайным. Итак, он должен действовать, контролировать процесс, в достаточной мере коррелируя свои действия с расположением носителей тепла и с тем, что он хочет получить. Уже здесь есть два момента. а) наличие целенаправленной деятельности и б) необходимость коррелировать, согласовывать действия с состоянием системы, в какой-то мере контролировать систему в процессе получения от нее желаемого эффекта. Ни аспект деятельности в рассуждениях о термодинамике не был поднят философами и методологами, ни характеристики контроля и степени скоррелированности действий с состоянием системы не попали в поле зрения физиков или специалистов по управлению движением и не изучались, хотя вопрос об управлении возникал, например, при обсуждении “демона” Максвелла или работы машины Сциларда. Так что оказывается, не все так ясно с этой заезженной тепловой машиной.

Естественно было бы поинтересоваться конкретными численными характеристиками скоррелированности действий по переводу тепла в работу с помощью тепловой машины. Оказывается, что такая характеристика действительно

есть, имеет размерность действия (произведения координаты и импульса или энергии и времени - как у постоянной Планка) и не равна нулю. Она указывает точность контроля над частицами при манипулировании ими с помощью тепловой машины. Другими словами, этот контроль как бы видит состояния частиц (координаты и импульсы) не точно, а лишь где-то в некоторой области около их истинных значений. Абсолютный контроль, предельно допускаемый классической механикой, оценивался бы нулевой неточностью в действии. Иначе говоря, хотя классическая механика в принципе позволяет контролировать частицы газа абсолютно точно, реальный контроль над ними совсем не обязательно такой точный, в частности, в тепловой машине он более грубый, чем предельно точный контроль, допускаемый механикой. Неудивительно тогда, что энергия частиц в тепловой машине не полностью передается в нужном направлении, отчего и КПД - не стопроцентный.

Ясно, что неточность контроля и нестопроцентность КПД - порождение именно контроля, способа обращения с частицами - безразлично, допускает ли природа более точный контроль или нет. Если она его не допускает, то все равно непосредственная причина нестопроцентного КПД - плохой контроль, а уж причиной невозможности точного контроля является природа (хотя и в этом случае реальный контроль может быть хуже, чем наилучший из допускаемых природой). Если же лучший контроль возможен, то отсюда еще не следует, что он реализован. Контроль всегда можно ухудшить. Причины плохого контроля могут быть разными, но при всех причинах плохой контроль не гарантирует получения наилучшего результата. И при одной и той же (в том числе и модельной) микромеханике виды и точности контроля и, соответственно, системы результатов действий могут быть разными. При этом для описания более или менее полных и замкнутых систем результатов могут возникать

соответствующие теории. Например, при относительно точном контроле возникла классическая механика. Для описания результатов более грубого контроля появилась термодинамика тепловой машины. И т.д. Поэтому ошибочна позиция вывода всех особенностей термодинамики и статмеханики - статистической вероятности, необратимости, КПД, аддитивности энтропии - только из свойств и законов движения механических частиц, т.е. из одной механики, что обычно пытаются делать.

Опуская подробные доводы и выражаясь несколько нестрого, скажем, что логарифм неточности контроля над частицами при работе с газом с помощью тепловой машины и есть энтропия. Так понимаемая энтропия не есть свойство систем самих по себе, а есть характеристика связи субъекта и объекта. Одновременно такой контроль приводит к отношению к кинетической энергии частиц газа как к тепловой энергии. Можно сказать, тепловая энергия - это плохо контролируемая кинетическая энергия. Точнее, кинетическая энергия частиц предстает перед неточно контролирующим ее субъектом как тепловая энергия. Если бы некто смог ее контролировать с наилучшей точностью, допускаемой механикой, то она предстала бы перед ним как классическая механическая кинетическая энергия.

2. Второй момент в оценке работы тепловой машины - это источник, причина, основание оценки энергии, переданной холодильнику, как потерянной, приписывание ей некоторого плохого качества. Почему эта энергия оказывается потерянной? И здесь есть два существенно различающихся момента.

Говорят, что мы не можем ее использовать, потому что это запрещено законами термодинамики, являющимися законами природы. В доказательство приводят, например, опровержения успешной работы мысленных, теоретических устройств типа демона Максвелла, предназначенных для

использования этой части энергии или вообще для работы без холодильника. Но подобные опровержения, приводимые в учебниках, неправильны по существу. Они ведь и основываются на использовании законов термодинамики. Говорят, например, что демон “покраснеет”, т.е. нагреется. Такие опровержения тавтологичны, ведь вопрос заключается как раз в том, можно ли обойти термодинамику какими-то другими средствами. В примере с демоном это другое средство есть точный механический контроль над частицами (в модели вполне допустимый). А в механике понятие “нагревание” отсутствует, поэтому механический демон нагреться не может.

Рассмотрим это чуть подробнее. Когда утверждают, что демон нагреется, то как бы представляют, что он маленький, сравним с частицами газа, они налетают на него, толкают, и в конце концов он начинает болтаться из стороны в сторону так же хаотично, как они, и теряет способность контролировать свое и их состояние и управлять собой и ими. Но это совершенно неверное понимание возможностей механики. В механике нет хаотичности. И для демона, и для частиц она отсутствует. Для механики безразлично, большой демон или маленький, стоит он на месте или быстро движется, резко меняя направления. В любом случае он в каждый момент обладает определенными координатами и скоростью, которые механика позволяет отслеживать с любой точностью. И частицы движутся по своим траекториям, закономерно пролегающим в зависимости от начальных состояний и взаимодействий. Так что если надо, демон может даже избегать столкновений с ними.

Дальше. Явно или неявно полагают, что процедура измерения демоном состояний частиц будет их сбивать или что-то в этом роде, в результате чего последующие их состояния будут известны демону все хуже и хуже. Или полагают, так же не слишком осознанно, что на измерения

потребуется так много энергии, что никакого выигрыша от такого контроля не получится. Такие мнения также ошибочны. Классическая механика в принципе позволяет произвести измерение сколь угодно точно, сколь угодно мало повреждая состояния измеряемых объектов. Здесь это можно реализовать, например, с помощью предельно малых и легких пробных тел, если их подставлять частицам и замерять их последующее движение. В квантовой механике за измерение надо в некотором смысле платить. Этот вопрос рассматривал Л.Бриллюэн [14]. Но в классической механике платить необязательно.

Реальному человеку, конечно, труднее. Частиц в холодильнике много и в них трудно разобраться, следовательно, их трудно или практически невозможно проконтролировать достаточно тщательно, чтобы получить полезный эффект. Тем более при помощи тепловой машины обычного типа, в которой слежение за отдельными частицами и за временем отсутствует, где движения поршня производятся наобум, без согласования с состояниями частиц, нельзя получить работу за счет энергии одного холодильника.

Именно поэтому, из-за особенностей контроля, энергия, переданная холодильнику, для человека становится бесполезной и оценивается им как энергия низкого качества, хотя объективно, с точки зрения чистой механики, она не хуже любой другой.

Этого уже достаточно, чтобы возникала нормальная термодинамика с требованием для тепловой машины холодильника - как описание возможностей и результатов работы тепловой машины. Поэтому классификация должна проводиться более последовательно вот в каком смысле.

Для получения работы с помощью тепловой машины требуется холодильник. Вопрос же о возможности использовать энергию холодильника с помощью каких-то других действий и устройств - это уже другой вопрос, ответ на

который выходит за рамки закономерностей, характерных для работы с помощью тепловой машины, и зависит от конкретных возможностей соответствующего контроля над частицами. По-видимому, нельзя доказать, что достаточно точный контроль, позволяющий получить (почти) все, что не противоречит закону сохранения энергии, вообще невозможен. А для каждого данного уровня развития физики можно лишь утверждать, что контроль не может быть лучше, чем допускает механика, известная в данный момент. Классическая механика вообще не ставила здесь какого-либо ограничения. Последовавшая за ней квантовая механика ограничивает точность контроля величиной порядка постоянной Планка. В обычных тепловых машинах контроль далеко не достигает такой точности - квантовые эффекты в них пренебрежимо малы.

Теоретические закономерности, например, второй закон термодинамики, получаемые на основании систематизации результатов работы тепловой машины, нельзя толковать слишком расширительно, распространяя на все и вся. Они условны и должны заменяться другими при смене средств и способов контроля. Но и наоборот: возможность более успешных результатов не имеет никакого отношения к результатам, характерным для тепловой машины. Так, если бы демон Максвелла хорошо работал, от этого КПД обычной тепловой машины несколько не изменился бы. Так что вопрос о возможностях других типов устройств и действий - дополнительный, посторонний по отношению к оценке возможностей и характера работы с помощью тепловой машины.

Если речь идет именно о ней, то получается по крайней мере значительная и существенная часть термодинамики: 1-й закон (сохранение энергии в процессах) и 2-й закон (необходимость холодильника и невозможность использовать его энергию с помощью тепловой машины).

Эти термодинамические закономерности есть следствие специфического характера контроля над системами с помощью тепловой машины, а не обязательно общие, универсальные и неизбежные при любых действиях законы природы. Совершенно ясно, что демон Максвелла анализируется, чтобы выяснить возможности контроля, отличного от того, который осуществляется с помощью обычной тепловой машины. Но если способности демона ограничивают на основании того, что он покраснеет, то ясно, что весь анализ возвращается к анализу возможностей контроля у тепловой машины с характерным для нее результатом.

Как уже сказано, сомнительно, чтобы можно было доказать в общем случае невозможность более эффективных способов контроля. Во всяком случае, в теоретическом модельном мире, в котором предположена справедливость классической механики, возможность подобных (теоретических) устройств бесспорна, и тем не менее в этом же мире при использовании контроля над частицами с помощью модельной тепловой машины, работа которой организована обычным образом, обязательно потребуются холодильник, тепло которого при таком же контроле (т.е. с помощью обычной тепловой машины) уже невозможно использовать.

Следовательно, термодинамика возникает как отражение специфических результатов при определенном способе контроля над системами. Точнее сказать, при том контроле над передачей энергии, который осуществляется с помощью тепловой машины, обязательно возникает вполне полноценная термодинамика.

## V. СОГЛАСОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИКИ И МЕХАНИКИ ЧЕРЕЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ.

При определенном характере действий с модельным классическим миром возникает особая (термодинамическая) система параметров и результатов - макросостояние и макрозакон, т.е. как бы особый термодинамический мир.

Макропараметры полностью определяют макросостояние. Воздействия ими на макросостояния дают результаты термодинамического характера. Никакие микропеременные (т.е. координаты и импульсы частиц) для работы не требуются и в рамках макропеременных и макропроцессов вообще являются ненаблюдаемыми. Образуется как бы замкнутый термодинамический мир, который, если не действовать более точно, представляется существующим вполне суверенно, без субъекта, чисто объективно, сам по себе и вообще единственным, полностью исчерпывающим материальную реальность.

Существующими суверенно, чисто объективно термодинамические системы фактически представляли и представляют до сих пор (если не считать взгляды Смолуховского). Говорят: это макросистемы, у них такие законы - собственные, природные. Но нет, макросистемами наборы частиц кажутся, выглядят, становятся для нас, когда их контролируют грубо, хуже, менее точно, чем в принципе позволяет механика.

Совершенно ясно, что отношение к макросистемам как к природно-макроскопическим, самостоятельно-термодинамическим не приводит к трудностям и ошибкам лишь до поры до времени. Как только дело доходит до основ, до выяснения подоплеки законов термодинамики, до согласования их с законами механики, так сразу же при таком отношении должны проявляться противоречия. Они и проявлялись на протяжении столетия в виде трудностей согласования термодинамической необратимости с обратимостью механики, парадоксов Гиббса и т.д. При чисто объективистском подходе (отношении) наборы частиц сами должны становиться макросистемами и проявлять свойственное макросистемам поведение, однако механическая первооснова - а ничего другого (в модели) нет - этого не может позволить, что неоднократно и бесспорно доказыва-



лось. При объективистском подходе выхода из этого противоречия нет. Поэтому вывод Ландау и Лифшица об отсутствии решения проблемы необратимости верен в рамках объективизма и естественно следует из него.

Указанные трудности естественно снимаются при деятельностном подходе, когда механика и термодинамика оказываются существующими в разных сферах, на разных уровнях: механика - в реальности, объективно (конечно, в модели), а термодинамика - в сфере впечатления, кажимости, субъективно, в сфере отражения некоторых результатов деятельности. А обратимость в реальности и необратимость во впечатлении могут существовать одновременно, что показал еще Смолуховский. Но в сфере одной и той же реальности они одновременно существовать не могут. Понятно теперь, почему длительные многократные попытки совместить их там не увенчались успехом.

В достаточной мере для своих целей - поисков правильной интерпретации необратимости - преодолел объективизм только Смолуховский. Однако влияние его открытия с течением времени стерлось в основном из-за объективизма физиков, и его понимание не было в дальнейшем полноценно использовано в формальном аппарате обоснования статфизики.

В дополнение к двум учтенным Смолуховским несовершенствам наблюдателя, плоховато видящего и относительно недолго наблюдающего, но бесстрастного и не отдающего предпочтения ничему, анализ процедур с тепловой машиной и классификации результатов обнаруживает вклад еще более глубокого субъективного свойства - заинтересованность действующего субъекта. Если она и была уже у наблюдателя Смолуховского, то была выражена неотчетливо, скорее присутствовала неявно. А заинтересованность - чрезвычайно важный момент. Только при ней по существу порождаются коэффициент полезного действия и

само понятие действия - некоторой целенаправленной деятельности с системами, которая в свою очередь обязательно должна так или иначе согласовывать манипуляции, производимые с материалом, с его состоянием соответственно преследуемым целям, т.е. так или иначе управлять материалом, контролировать его, когда только и возникает понятие точности контроля, его возможности эффективно работать с тем или иным материалом и оценка материала (запасов энергии) как полезного или бесполезного.

Виды, средства и способы контроля в принципе могут быть различными. Один из способов - как в тепловой машине. Тогда получается термодинамика тепловой машины. Чуть более внимательное, чем в учебниках, рассмотрение показывает, что даже при одной частице в объеме типичное для тепловой машины оперирование движением стенок порождает эффекты, свойственные термодинамике. Так что в возникновении термодинамики решающую роль играет не количество частиц (как считают, большое число частиц порождает макроскопичность), а способ контроля над ними. Большое число частиц лишь **практически не позволяет нам** (возможно, пока) достаточно точно контролировать их и **вынуждает нас** прибегать к грубому контролю с соответствующими последствиями.

Термодинамику порождает специфический контроль. Если бы мы научились более тщательно следить за состоянием всех частиц по отдельности и, более точно приравнивая к их состояниям, отбирать для своих целей всю их кинетическую энергию, это несколько не изменило бы результаты работы тепловой машины, функционирование которой организовано обычным образом. Для описания этих результатов потребовалась бы обычная термодинамика. Если завтра мы научимся тщательнее работать с частицами (а в модели мы это можем сделать), от этого обычная

термодинамика обычным образом построенной тепловой машины никуда не денется.

Итак, разбиение энергии по качеству на “плохую” и “хорошую”, полезную и бесполезную, ценную и бросовую не абсолютно, а относительно: разбиение производится соответственно данному способу контроля. Сама же по себе энергия, распределенная по веществу, не может быть классифицирована по такого вида качеству.

Статистические и термодинамические свойства и закономерности также условны. Одной только природой, исходным материалом, сколько бы его ни было, и его исходными законами они не порождаются. Объективно, без действующего и оценивающего субъекта этих закономерностей вообще нет. Более того, они возникают и не при любых его действиях, а лишь при специфических (правда, широко применяющихся), при особом способе контроля над материалом (и то приближенно [12,15,16], о чем мы здесь не будем говорить).

Таким образом, в том, что касается тепловой машины, принципиальных неясностей, связанных с соотношением микросостояния и макросостояния, с энтропией и необратимостью, не остается. С традиционной точки зрения энтропия - это функция состояния макроскопических (многочастичных) систем. С точки зрения термодинамики, т.е. с собственно “макроскопической” точки зрения энтропия - это функция состояния “макроскопического мира”, который представляется единственно существующим, так как частицы и их механика в термодинамике не наблюдаемы. С “микроскопической” же точки зрения, когда считаются существующими частицы и действующий субъект, энтропия - это некоторая мера качества контроля субъекта над частицами (микросистемой), осуществляемого с помощью тепловой машины.

С первых двух точек зрения и с третьей - при сохранении того же типа контроля - увеличение энтропии соответствует переходу к состоянию с худшими возможностями использования имеющейся тепловой энергии (в первых двух интерпретациях) или кинетической энергии частиц газа (в третьей интерпретации).

## VI. ЭНТРОПИЯ В ШИРОКОМ СМЫСЛЕ.

С термодинамикой тепловой машины и энтропией как характеристикой точности управляющих действий в этой машине разбраться относительно легко, так как соответствующие ситуации достаточно ограничены, хорошо определены и достаточно просто считаются. Однако понятие энтропии используется гораздо шире (а зачастую - заведомо слишком широко). Можно ли это делать, есть ли в этом что-то рациональное и если есть, то что именно?

Может быть, наилучшее популярное объяснение понятия энтропии в широком понимании содержится в старой брошюре Ф.Ауэрбаха “Царица мира и ее тень” [17] - записи лекции начала века. В ней рисуется впечатляющая картина движения энергии в мире и запасенных потенциальных ее источников: солнечного света, горючих ископаемых, энергии рек, текущих с возвышенностей, ветра и т.д., - огромных количеств энергии - царицы мира. Но ее неумолимо преследует тень - энтропия. Солнце и земное горючее сгорят, возвышенности сравняются с равнинами, реки перестанут течь, а ветры дуть. Куда же денется энергия, которая, конечно, сохраняется, в каком она окажется состоянии, как она распределится и можно ли будет жить за ее счет? Энергия хорошего качества - в таких концентрированных видах, которыми нам относительно удобно пользоваться: солнечная, химическая (горючее), потенциальная энергия воды в реках, кинетическая энергия воздушных масс, - в конечном счете переходят в тепловую энергию частиц вещества - энергию худшего качества, так как практический

КПД ее использования существенно ниже 100%. А при полном переходе в тепловую энергию и при выравнивании температур - в совершенно бесполезную, так как согласно термодинамике за счет тепловых масс одной и той же температуры работа не может совершаться.

Другими словами, при том, что энергия сохраняется, она в конце концов так распределяется (разбегается) по мельчайшим частицам вещества, что ее становится трудно или невозможно использовать. Энтропия, согласно традиционной интерпретации, которую и излагал публике Ауэрбах, и есть мера такого обесценивания энергии: при переходе других видов энергии в тепловую энтропия возрастает, и при полном переходе и выравнивании температур становится максимальной. Состояние мира только с одной лишь тепловой энергией и с одинаковой везде температурой и соответственно максимальной энтропией раньше называли тепловой смертью вселенной.

Не будем обсуждать вопрос о том, конечны или (практически) бесконечны возможные источники энергии "хорошего качества". В остальном нарисованная картина, по крайней мере для некоторой упрощенной модели мира, верна, и привычная интерпретация энтропии изложена также верно. Есть лишь методологические недоговоренности, важные не для широкой публики, а как раз для специалистов-физиков и методологов, занимающихся обоснованием термодинамики и статфизики и уточнением понятия энтропии и происхождением и интерпретацией второго закона термодинамики.

Выше мы определили энтропию как меру неточности контроля над частицами в тепловой машине - т.е. в определенном процессе, осуществляемом с определенной целью и определенными средствами и методами. В связи с этим возникают два момента.

1) Если кинетическая энергия распределилась по частицам вещества так равномерно, что обычными грубыми средствами невозможно выделить заметные группы частиц с разными средними энергиями (температурами), то тепловая машина не сможет работать. Но в принципе никогда нельзя отрицать возможности контроля более точного, чем в настоящее время. При лучшем же контроле момент тепловой смерти отодвинулся бы. Очевидно, возможность получить работу за счет кинетической энергии частиц и, соответственно, “качество” этой энергии относительны и зависят, помимо характера ее распределения по частицам и распределения самих частиц, от качества контроля. Конечно, реальный контроль никогда не сможет быть абсолютно совершенным, поэтому в любой данный момент найдутся массы вещества, внутреннюю кинетическую энергию которых практически невозможно использовать. Тем самым качество этой энергии окажется “плохим”.

О лучшем контроле над теплом пока сказать что-либо трудно. В то же время в обычном производстве контроль постоянно улучшается, так что со временем и бросовые ресурсы, бывает, начинают использоваться. Так, Бальзак однажды понял, что некие старые месторождения драгметаллов, выработанные уже в древности, могут еще принести выгоду, так как технология добычи (способ контроля над ресурсами) с тех пор значительно улучшилась. Он принялся за организацию новых разработок, которые впоследствии действительно дали большую прибыль, правда, не ему - его личный контроль над ситуацией оказался недостаточным. Разумеется, после новой выработки месторождения в нем опять кое-что осталось, но снова как бросовые ресурсы.

Итак, качество энергии определяется применяемым контролем, безотносительно к нему такого подразделения энергии нет. И при лучшем, чем в тепловой машине, контро-

ле можно будет говорить об энтропии как о характерной мере неточности этого контроля и соответственно возможностям такого контроля оценивать “качество” наличной энергии, распределенной по веществу.

2) В то же время вне контроля, т.е. безотносительно к заинтересованному субъекту, никакую объективную, однозначно определяемую степень неоднородности в распределениях дискретных частиц и их энергий (или скоростей) по координатному пространству и пространству скоростей ввести нельзя. Одно разбиение пространства (мысленное) на ячейки для подсчета степени неоднородности ничем не лучше любого другого, которое может дать совсем другую оценку. Так как в море частиц всегда найдутся частицы с разными энергиями, то при любой степени так называемого равновесия формально можно так построить разбиение (не обязательно с плоскими или вообще гладкими границами), что в одной части окажутся частицы с большей средней энергией (т.е. при обычной интерпретации - с большей температурой), чем в другой. Другими словами, в принципе практически при любом распределении частиц по координатам и скоростям существуют отделяемые друг от друга группы, различающиеся средними энергиями, т.е. температурами. Следовательно, абстрактно всегда существует потенциальная возможность подразделить частицы на частицы нагревателя и частицы холодильника с разными температурами. В этом смысле никакой тепловой смерти не может быть. Кстати, по сути именно это, помимо прочего, означают доказательства невозможности получить статмеханику и термодинамику из одной механики ни при каких количествах частиц. Почему-то никто не заметил, что доказательство неследования термодинамики из одной механики является также доказательством того, что законы термодинамики - это не законы природы самой по себе (как ее понимает физика).

Таким образом, вне контроля, т.е. безотносительно к заинтересованному субъекту, чисто объективно, энтропии не существует. Поэтому в самом том мире, который с тем или иным результатом изучает физика, нет самого по себе второго закона термодинамики, как нет и самой термодинамики. Важнейшее следствие для методологов, которое отсюда проистекает, - это несостоятельность и принципиальная ошибочность попыток получить статистику и термодинамику из самого движения частиц и необходимость строить их как отражение результатов деятельности субъекта, воздействующего на системы и процессы относительно грубыми средствами.

Хотя, вероятно, большинство не задумываясь и тем не менее в общем верно для данного случая поймет сказанные выше слова об изучаемом физикой мире, мире без субъекта, все же во избежание путаницы отвлечемся на время от собственно энтропии и несколько уточним, что здесь понимается под этим миром.

Физика - наука, направленная на изучение мира как он есть, имеющая перед собой такую идеальную цель. Но она наука частная, работающая своими специфическими средствами. Вследствие этого она способна изучать не всякие свойства и стороны мира, а лишь те свойства, которые подвластны контролю этими средствами и методами, те свойства, на которые эти средства реагируют. Физика изучает свойства мира, воздействующие на объекты, состояния которых мы можем (приближенно) отмечать и которые в общем случае можно назвать измерительными приборами. Измерительным прибором может быть и невооруженный глаз, и, скажем, собственный палец, у которого мы можем отмечать как положение, так и разные ощущения различной силы, - приписывая причины, их вызывающие, внешней среде. По показаниям приборов и их сочетаниям мы судим о мире. Приборы могут быть в какой-то степени взаимосвя-



няемыми. Физика изучает сущности (свойства) с такими воздействиями, которые могут быть уловлены вполне неживыми устройствами (приборами), состояния которых мы затем наблюдаем. Неживые приборы не реагируют на специфические особенности живого, свойственные только живому. Следовательно, физика изучает только сферу неживого. Она это делает даже когда перед ней живой объект, она не видит и не может видеть, что он живой. Так, она может видеть некоторые изменения (эффекты) в мире, сопутствующие тому, что мы называем болью: например, движения молекул и различные электрические потенциалы, - но по существу, качественно, не может отличить эти эффекты от реакций, скажем, неощущающего камня на удары по нему молотка, т.е. не может видеть самой боли.

Таким образом, во-первых, мир, как он предстает перед физикой, - это неживой мир, мир вещества, который, очевидно, не исчерпывает всего мира.

Во-вторых, картина мира, которая выстраивается перед нами физикой, меняется в процессе познания. а) В любой данный момент эта картина в смысле проникновения вглубь конечна, хотя, возможно, в крайних, наиболее глубоких, первичных пунктах, она и весьма неясна. б) В каждый данный момент наиболее глубокие данные о первоначалах выступают как чисто объективные, без примеси в них чего-либо субъективного, так как структурирующий вклад контроля невидим.<sup>1)</sup> в) Эта глубина, если так можно

---

<sup>1)</sup> Конечно, физикой должно полагаться, что на приборы действуют сами первоначала и ничто другое, например, электроны, а не некая усредненная величина, которую называют током. Но, кроме того, не исключено, что правильным должно считаться, что при этом первоначала (“первичные” элементы) действуют как простой их набор, не системно. Системность как нечто более высокое, чем физическое, если она возможна, должна быть, по-видимому, чисто взаимным, внутренним свойством, как боль у живого организма, и

выразиться, постепенно углубляется, при этом прежние “первоначала” оказываются конструкциями из новых с обязательным вкладом субъективного (хотя это может быть и не понятым). Почти ясно, что этот процесс углубления первоначал и осознания предыдущих как не совершенно объективных, бесконечен. Так происходит освобождение знания (о веществе) от неконтролируемого вклада субъективного, что, разумеется, тоже есть рост знания. г) Именно по отношению к знанию первоначал физика говорит: “Вот каков мир (вещества) на самом деле. ” О менее глубоких уровнях она должна говорить (что, напоминаем, не часто осознается): “Имеются такие-то особые сочетания, конструкции и связи между ними. Вот как они образуются из первоначал с таким-то вкладом субъективного.” д) Несмотря на бесконечность процесса углубления знания физика полагает для себя, что имеется чисто объективное основание вещества. Именно оно существует само по себе и на самом деле, а все остальное существует в видимости, не само по себе, а только для субъекта. Выходит, Демокрит был выразителем как раз так себя понимающей физики: “Существуют атомы и пустота, а остальное - только во мнении”, - конечно, с поправкой на то, что он, насколько мы знаем, верил в ограниченную - только до атомов - делимость материи и соответственно в конечную глубину первоначал.

Так вот в этом смысле мы здесь и говорим, что термодинамика и энтропия вместе с законом ее возрастания не относятся к физическим первоначалам и не порождаются ими, следовательно чисто объективно не существуют. В простейшей для настоящего времени модели мира с

---

не замечаться физически. Вероятно, системность такого рода можно только осознать, т.е. увидеть умом. По-видимому, если бы физика могла видеть системность у набора элементов, то могла бы видеть и боль, перестав быть обычной физикой.

механическими частицами в качестве первоначал вещества это прослеживается с полной ясностью.

## ВИ. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАКРОПАРАМЕТРОВ КАК ОСНОВАНИЕ ИХ ОБЪЕКТИВИЗАЦИИ.

Итак, движения материи и энергии не являются сами по себе ни хорошими и ни плохими, ни полезными и ни вредными, ни улучшающими и ни ухудшающими состояние вещества самого по себе. Но они могут приводить к состояниям материала, неодинаковым по возможности быть полезными для субъекта, которому с этим материалом надо жить и работать, который получает от него результаты в зависимости не только от собственно состояния материала, но и от имеющихся у субъекта в данный момент (и всегда ограниченных) возможностей контролировать материал и управлять им. В связи с этим ограниченный в своих деятельностных способностях субъект, не разобравшийся в причинах разницы качества результатов, а то и ради простоты начинает оценивать и классифицировать сам материал соответственно качеству результатов, которые он может получить при работе с веществом в разных его состояниях, ссылаясь как на причину этой разницы исключительно на эти состояния, приписывая этим состояниям различные качества сверх тех параметров (переменных), значениями которых эти состояния полностью определяются. А во времена, когда анализ был слаб, а не критичность велика, и способы деятельности и соответственно контроля были весьма однообразны, выработалась устойчивая привычка приписывать причины различного качества результатов работы с материалом именно и только различному качеству самого материала. Лучше контролировать материал все равно было невозможно, так что эта ограниченность возможностей контроля практически выступала как закон (или свойство)

самой природы. Ошибочность такого представления, возникающего как безграничная экстраполяция в действительности условной закономерности, при ограниченной практике не приводила к заметным отрицательным последствиям, но в конце концов дала себя знать в теоретических парадоксах обоснования термодинамики и статфизики.

Сейчас, после принципиального разрешения рассматриваемых парадоксов и неясностей, отношение к статистической механике и термодинамике в целом и к энтропии в частности может быть двояким, и это вполне разумно и рационально.

Говорят, автор третьего закона термодинамики Нернст любил карпов, таких спокойных и медлительных, за то, что они мало увеличивают энтропию, рост которой ему очень не нравился. Он и никому не должен нравиться, в том числе и физикам, хотя с точки зрения той физики, о которой говорилось выше и которая не знает живого, объективно нет не только роста энтропии, но и самой по себе энтропии.

Последнее предложение содержит эти две позиции, принципиально различающиеся, но связанные деятельностью субъекта. Представленная выше точка зрения, согласно которой объективно существуют только глубинные “первоначала”, а энтропия и вообще термодинамика порождаются как теоретические отражения результатов определенной деятельности субъекта с “первоначалами” и чисто объективно не существуют, достаточно (для настоящего времени) последовательна и непротиворечива.

В каком же смысле может быть допустимой и полезной другая позиция, позволяющая широко пользоваться представлением о самостоятельном, суверенном существовании энтропии у некоторых систем? Основание для этого аналогично тому, которое позволило представлению о самостоятельном существовании энтропии, строго говоря, неверному, продержаться полторы сотни лет. Это широкая

работоспособность, результативность теории, использующей это понятие в качестве самостоятельно существующей характеристики по крайней мере некоторых частей реальности. Эта работоспособность была и остается, конечно, условной - до тех пор, пока понятия применяются при “термодинамическом” способе контроля. Другими словами, чистая “объективизация” отчасти субъективных конструкций происходит при работе преимущественно данным способом контроля, когда условность практически незаметна и в лучшем случае как бы подразумевается или “держится в уме”.

Аналогично, если результаты, имеющие ценность для субъекта, получаются в деятельности с некоторой типичной точностью, и нет намерения или возможности действовать более точно и тщательно, то результаты оперирования с полностью “объективизированными” (“макро”)параметрами эффективно, практически не отличимы от результатов осознанно проведенной деятельности с “первоначалами”, при которой отчетливо виден субъективный вклад в образовании этих параметров. Поэтому и в указанных рамках этими по-видимости объективными параметрами можно пользоваться в работе. Лучше, конечно, если связь “макропараметров” с материалом и характером деятельности понимается отчетливо, но в определенных рамках и до определенной границы это необязательно.

Рассмотрим пример. В инструкциях к электроплитам справедливо рекомендуется пользоваться кастрюлями с дном не меньшим, чем конфорка. Пусть на широкую конфорку ставят греть воду в маленькой кастрюле. Легко увидеть, что при этом половина тепла сразу же улетучивается без всякой пользы (если не считать полезным нагревание атмосферы): достаточно поддержать руку над кастрюлей. Конечно, эта энергия не исчезает. Но нам нужна не вообще энергия, а лишь та, которую мы можем использовать для своих целей. А эту улетучивающуюся пойдй поймай потом! В этом случае

можно и нужно - как минимум, ради краткости и образности, а это немаловажный фактор, - всю ситуацию оценивать как способствующую росту энтропии и потому неудовлетворительную. Можно смотреть шире и все ситуации, когда что-то без особой пользы разбивается, разливается, разбрасывается, расплывается, теряется, забывается, улетучивается, короче - портится, - характеризовать как сопровождающиеся ростом энтропии. Когда мальчишки бьют стекла - они увеличивают энтропию, преподносят людям дополнительные заботы. Когда расползается радиоактивность - энтропия увеличивается. И т.д. Ломать - не строить! Сломать можно в огромное множество разнообразных состояний, из подавляющего большинства которых ничего путного без чрезвычайных ухищрений нельзя получить. А строить - это создавать всегда что-то выделенное, особое, специальное. Это особое случайно, само собой не создается из осколков и мусора, а требует специальных усилий.

Ввиду никогда не абсолютной точности и полноты знаний реальности и не абсолютного совершенства средств и методов деятельности любая реальная деятельность имеет и отрицательные последствия. Диалектика хорошо это понимает. "Не будем, однако, слишком обольщаться нашими победами над природой. За каждую такую победу она нам мстит. Каждая из этих побед имеет, правда, в первую очередь те последствия, на которые мы рассчитывали, но во вторую и третью очередь совсем другие, непредвиденные последствия, которые очень часто уничтожают значение первых. ... на каждом шагу факты напоминают нам о том, что мы отнюдь не властвуем над природой так, как завоеватель властвует над чужим народом, не властвуем над ней так, как кто-либо находящийся вне природы, - что мы, наоборот, нашей плотью, кровью и мозгом принадлежим ей и находимся внутри ее, что все наше господство над ней состоит в том,

что мы, в отличие от всех других существ, умеем познавать ее законы и правильно их применять.

И мы, в самом деле, с каждым днем научаемся все более правильно понимать ее законы и познавать как более близкие, так и более отдаленные последствия нашего активного вмешательства в ее естественный ход. ...мы становимся все более и более способными к тому, чтобы уметь учитывать также и более отдаленные естественные последствия по крайней мере наиболее обычных из наших действий в области производства и тем самым господствовать над ними.” [18]

Несомненно, правильное понимание принципов деятельности, зависимости результатов не только от материала, но и от способов и средств деятельности имеет непосредственное отношение к проблемам экологии и есть необходимое условие деятельности, минимально ухудшающей экологическое состояние среды обитания. Между прочим, и термин “экологическое состояние” по меньшей мере часто понимается как вполне объективный, хотя он имеет смысл, конечно, только как оценка состояния по отношению к возможности и цене существования в нем тех или иных организмов с помощью типичных для них процессов, а не как оценка состояния среды самой по себе. Но пока что практических трудностей из-за этого переноса смысла, по-видимому, не возникает.

С ростом масштабов производства помимо частных производственных мероприятий жизненно важными в экологическом отношении становятся адекватное уровню развития производства планирование в масштабах отраслей, целых государств и всего мира, опирающееся на все более точное и масштабное моделирование систем и процессов в них и на достигнутый уровень технологии производства (т.е. контроля над материалом работы). Пришло время, когда производство достигло такой мощи, всеобщности и

взаимосвязанности, что даже само социальное устройство должно препятствовать хищнической растрате жизненно важных ресурсов. Так же, как Нернсту нравились медлительные карпы, мало увеличивающие энтропию, рост которой он, видимо, ощущал чуть ли не физиологически, так и всех грамотных и заинтересованных в судьбах человечества людей должна тревожить лихорадочная трата ресурсов при производстве все новых видов продукции, зачастую необходимых почти исключительно для того, чтобы немедленно получить новую прибыль, бурное “рыночное” и рекламное мельтешение ради создания новейших “потребностей” вместо жизненно полезной производительной деятельности, и т.п., примеров чему каждый может привести сколько угодно.

Таким образом, соответственно ее смыслу понятие энтропии может быть рационально применено в весьма широких областях к оценке соотношения положительных и отрицательных последствий человеческой деятельности с природой, хотя в настоящее время она строго определена практически только для случая работы с помощью классической тепловой машины. В других случаях ее определение следует уточнять или даже вводить заново соответственно целям, средствам и способам контроля, который будет применяться в производственной деятельности и при утилизации отходов производства.

Это, конечно, очень широкая постановка вопроса. От нее до конкретных реализаций - не один шаг. Тем не менее эти реализации возможны и весьма желательны. Важность их заключается не только в том, чтобы единым, универсальным критерием оценить, что мы наделали. Еще важнее то, что анализ и систематизация комплекса производственных действий, необходимые для определения соответствующей энтропии, могут позволить заранее предсказать величину роста энтропии в той или иной схеме действий, при том или ином контроле.



Для сравнения вспомним широко распространившееся у нас среди неспециалистов в области этнографии понятие пассионарности по Л.Гумилеву. Расширяет какой-либо народ сферу своего влияния - есть у этого народа пассионарность, не расширяет - нет ее. Причина расширения - пассионарность. Беда только в том, что это понятие не определяется независимым образом через какие-то черты народа, условия жизни и т.п., чтобы можно было предсказать будущие последствия, а не только обзывать их задним числом еще одним словечком - следствием пассионарности или ее отсутствия. Но в таком случае это понятие совершенно бесполезно и ненаучно.

Иное дело - энтропия, при условии, конечно, успешной разработки теории, адекватной анализируемым обстоятельствам, что, повторяю, весьма трудно и проблематично, но в принципе возможно.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. - М.: Наука, 1976.
- [2] Балеску Р. Равновесная и неравновесная статистическая механика. Т. 2. - М.: Мир, 1978.
- [3] Пригожин И. От существующего к возникающему. - М.: Наука, 1985.
- [4] Крылов Н.С. Работы по обоснованию статистической физики. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950.
- [5] Боголюбов Н.Н. О некоторых проблемах, связанных с обоснованием статистической механики // История и методология естественных наук. Вып. XXX. Физика. - М.: Изд-во МГУ, 1983, с. 3-8.
- [6] Власов А.А. Статистические функции распределения. - М.: Наука, 1966.
- [7] Смолуховский М. Доступные наблюдению молекулярные явления, противоречащие обычной термодинамике // Эйнштейн А., Смолуховский М. Брауновское

- движение. - Л.: ОНТИ, 1936, с. 197; Молекулярно-кинетические исследования по вопросу об обращении термодинамически необратимых процессов и о возврате аномальных состояний // Там же, с. 303.
- [8] Пуанкаре А. Наука и гипотеза // О науке. - М.: Наука, 1983, с. 112-113; Ценность науки // Там же, с. 238-239.
- [9] Пригожин И. Время, структура и флуктуации // Успехи физических наук, 1980, т. 131, вып. 2, с. 185-207.
- [10] Rosenthal A. // Ann. d. Phys., 1913, b. 42, s. 796; 1914, b. 43, s. 894.
- [11] Planscherel M. // Ann. d. Phys., 1913, b. 42, s. 1061.
- [12] Губин В.Б. Физические модели и реальность. Проблема согласования термодинамики и механики. - Алматы: МГП "Демеу" при изд. "Рауан" Минпечати Республики Казахстан, 1993.
- [13] Szilard L. Uber die Entropieverminderung in einem thermodynamischen System bei Eingriffen intelligenter Wesen // Z. f. Phys., 1929, b. 53, s. 840-856.
- [14] Бриллюэн Л. Наука и теория информации. - М.: Физматгиз, 1960.
- [15] Губин В.Б. Прав ли Пригожин? (Согласование термодинамики с механикой и деятельностный механизм формирования объектов) // Философские науки. 1995. Вып. 5-6. С. 140-151.
- [16] Губин В.Б. О роли деятельности в формировании моделей реальности // Вопросы философии. 1997. No 8. С. 166-174.
- [17] Ауэрбах Ф. Царица мира и ее тень: Общедоступное изложение оснований учения об энергии и энтропии. Издание 6-е. - Одесса: Mathesis, 1913.
- [18] Энгельс Ф. Диалектика природы. (Роль труда в процессе превращения обезьяны в человека.) // Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. Т. 20. - М.: Госполитиздат, 1961, с. 495-496.

## О РОЛИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ МОДЕЛЕЙ РЕАЛЬНОСТИ

В.Б.Губин

### {СТРЕМЛЕНИЕ СИСТЕМ К РАВНОВЕСИЮ КАК ВПЕЧАТЛЕНИЕ НАБЛЮДАТЕЛЯ}

В течение нескольких столетий перед XX веком в основном считалось, что открываемые естествознанием структуры и законы дают истины о природе «как она есть» сама по себе. Но в начале XX века Смолуховский доказал принципиальную роль наблюдателя в образовании того, что в термодинамике понимается как необратимость. Он показал, что возникает лишь *впечатление* необратимости: «...кажущиеся необратимыми процессы в действительности являются обратимыми» [1]. «Представляется ли нам какой-либо... процесс обратимым или необратимым..., зависит... только от начального состояния и от продолжительности наблюдения» [2]. Система вернется в исходное сильно неравновесное состояние, но мы этого не увидим. То есть второй закон - закон невозврата в неравновесное состояние - означает: *мы* этого не увидим. Таким образом, объект в отражении с *новыми* свойствами строится на базе реальных элементов некоторым приготовлением (а не при любых условиях) и определенным наблюдением, то есть специфической деятельностью субъекта.

Хотя интерпретация Смолуховского была большинством физиков принята, все же в учебниках и статьях термодинамическая необратимость фактически продолжала рассматриваться вполне объективистски как закон природы, существующий без наблюдателя. Характерно заявление

Л.Д.Ландау и Е.М.Лифшица в курсе «Статистическая физика»: «...связывание физических законов со свойствами наблюдателя, разумеется, совершенно недопустимо.» А в итоге: «Вопрос о физических основаниях закона монотонного возрастания энтропии остается... открытым» [3].

Свою роль здесь сыграли как старая объективистская, натуралистическая позиция (которую некоторые считали необходимым признаком материализма), так и трудность включения плохо формализуемых свойств и действий наблюдателя в математический аппарат теории, еще и осложнявшаяся известным пренебрежением глубокой методологией.

Смолуховский основывал свои выводы на анализе поведения неравновесных систем. Автор настоящей статьи рассмотрел другой случай возникновения необратимой термодинамики, а именно работу тепловой машины [4].

### ТЕРМОДИНАМИКА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТНОГО ПОДХОДА

Было отмечено, что полное использование возможностей механики при воздействиях на частицы, тщательная корреляция действий (например, движений поршня) с состоянием частиц газа позволили бы обойтись без холодильника. Сама механика это допускает. Это просто свойство механики. Однако такая корреляция при работе тепловой машины не производится: поршень движется, так сказать, наобум. Но тогда и неудивительно, что результат оказывается не вполне оптимальным: часть тепла (энергии) приходится без пользы сбрасывать в холодильник. Подчеркнем, что точно такой же не вполне оптимальный результат был бы и в том случае, если бы мы были в состоянии осуществить тщательно скоррелированные действия, но просто не стали бы их реализовывать: результат определяется не возможными действиями, а реально осуществленными. Таким образом, в тепловой машине необходимость передачи части тепла холодильнику

возникает не как следствие собственно механики, а как следствие неполного использования ее возможностей, т.е. как результат специфического обращения с частицами.

Известная история с «демоном» Максвелла, достаточно точно контролирующим частицы и поэтому позволяющим обходиться без холодильника, - показательный пример того, как с водой выплескивают ребенка. (Обоснованно или необоснованно) показывая неосуществимость подобного устройства, опускали тот факт, что как раз плохой контроль - независимо от вызвавшей его причины - и соответственно плохое управление процессами и есть то, что совместно с механикой приводит к обычной работе тепловой машины, к необходимости для нее холодильника. Качество контроля в явном виде и требовалось включить в обоснование термодинамики. А почему он такой - это уже другой вопрос. Однако из-за объективистской традиции это не было сделано, ни к чему помимо механики так и не обращались, почему и оказалось невозможным объяснить термодинамику. Поэтому же и доказательства невозможности демона были тавтологичны: он, мол, перестанет различать частицы потому, что покраснеет (нагреется). И это по сути термодинамическое объяснение приводилось для обоснования термодинамики! Была и еще одна психологическая трудность. Причина неприятного результата заключается в отсутствии хорошего контроля - но как и зачем описывать то, что отсутствует?!

Однако для появления классической термодинамики {необходимости} холодильника недостаточно. При быстрых воздействиях на газ (быстрых движениях поршня) результаты в энергетическом отношении могут быть различными в зависимости от положения частиц газа. При медленных же движениях - в так называемом адиабатическом пределе - зависимость результата от положений частиц исчезает, частицы эффективно перестают проявляться как частицы, рабочее тело становится похожим на сплошную сжимаемую

жидкость с определенными упругими свойствами. При этом и возникает классическая термодинамика (которую иногда для большей адекватности называют термостатикой).

Таким образом, если с частицами (малых размеров) работать без точной корреляции действий и предельно медленно и следить только за полной энергией, то возникает замкнутая система описания поведения системы, соответствующая термодинамике, в которой, в частности, частицы становятся ненаблюдаемыми. В этом случае новый объект (термодинамическая система) и законы его поведения (термодинамика) порождаются как 1) реальным исходным материалом (частицами с их механикой), так и 2) специфическими целями, средствами и способом работы с этим материалом. Термодинамика есть слитность, единство этих факторов. Из-за наличия второго фактора термодинамика не сводится к механике, не порождается ею, но и не противоречит ей, так как существует в сфере, отличной от сферы существования механики. Выяснение такого механизма порождения термодинамики и есть согласование термодинамики и механики.

{Указанная} неточность контроля над частицами, грубость управления процессом отбора у частиц части их энергии численно оценивается величиной, имеющей размерность действия. Эту величину можно связать с энтропией. Она сохраняется, когда сохраняется энтропия, и необратимо возрастает, когда возрастает энтропия. И с качественной стороны очевидна связь плохого контроля, ограничивающего возможности использовать полезным образом имеющуюся энергию, с энтропией как мерой обесценения наличной энергии. В таком случае энтропия оказывается не параметром состояния системы (т.е. частиц в замкнутом объеме) самой по себе, а характеристикой контроля над системой. Подчеркнем, что она характеризует не реальность саму по себе, а лишь связь субъекта с объектом

его деятельности. При таком подходе и термодинамика сама по себе в мире без субъекта не существует, а возникает как систематизированное отражение некоторых (а не всех возможных) результатов определенного рода деятельности с исходным «механическим» материалом.

Выходит, что даже в физике, изучающей природу по возможности наиболее объективно, «как она есть», роль наблюдателя не сводится к простому созерцанию и протоколированию, а весьма активна и конструктивна. Так, в порождении термодинамической теории есть еще один важный момент, который всегда присутствует в механизме построения теорий и моделей реальности. Это конечная точность наблюдений и достаточность, приемлемость конечной точности получаемых результатов. Строго говоря, частицы не бывают точечными, а адиабатический предел формально потребовал бы навечной фиксации объемов. Поэтому формулы классической термодинамики никогда в точности не выполняются. Однако в околопредельной области разброс результатов невелик, а требования к ним наблюдателя не бесконечно строги. И когда и поскольку этот разброс меньше ошибки наблюдений или требований пользователя, тогда и постольку теория оказывается работоспособной и имеет право на существование.

Случай с термодинамикой не единичен. Его отличает лишь относительная простота и ясность связей, которые позволяют достаточно четко проследить этапы порождения макроскопической теории, надстраиваемой над микроскопическим базисом. И в других случаях роль действующего субъекта, несомненно, существенна. Поэтому следует подойти с другой стороны и попытаться изучить основные особенности такого субъекта, всегда неизбежно влияющие на формы отражения им реальности.

## ОТНОСИТЕЛЬНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ОЩУЩЕНИЙ

{Прежде всего субъект, естественно, живой.} Наличие у какой-то структуры ощущения типа «хорошо-плохо» без сомнения относит ее к разряду живого, отсутствие - объединяет в одну группу с ни в чем не заинтересованными, безжизненными камнями. Легко увидеть одну важнейшую особенность связи такого ощущения с материальными состояниями мира, которыми оно вызывается. Различных материальных состояний {по меньшей мере} очень много, а этих {противоположного качества} состояний ощущения всего два. То есть ощущение «хорошо» вырабатывается в ответ на множество различных состояний среды, а ощущение «плохо» - на другое множество. Следовательно некоторое изменение (в ограниченных пределах) состояния среды может не менять ощущения. Другими словами, имеет место относительная устойчивость ощущений.

Эта особенность отражения субъектом воздействий на него имеет чрезвычайно важные последствия. С одной стороны, определенная устойчивость отклика, неизменность его при ненулевых изменениях состояний среды, вызывающих отклик, приводит к невозможности точного, зеркального отражения. Реальность в отражении упрощается, усредняется, обобщается. Выделяется нечто главное, мелкие подробности опускаются, теряются. Субъект {никогда} не может видеть всегда бесконечно сложную ситуацию полно и точно. Поэтому абсолютная истина недостижима в познании. Но, с другой стороны, этот, с некоторой непоследовательной точки зрения неприятный факт имеет компенсацию. Во-первых, компенсацией является уже то, что полное отражение состояния мира означало бы растворение в нем, отсутствие какого-либо отрыва от него, отсутствие выделенности субъекта как целого и в какой-то степени самостоятельного, суверенного, т.е. исчезновение его как



субъекта, как живого. Во-вторых, невозможности точного отражения автоматически сопутствует определенная достаточность уже неполного, неточного отражения, что также непосредственно следует из относительной устойчивости ощущений. Существенно, что диалектика неполноты отражения и приемлемости для субъекта некоторой неполноты работает не в сфере простого созерцания, а в сфере целенаправленной деятельности заинтересованного субъекта. Ведь неполнота отражения может быть неприятной тогда и только тогда, когда отражение и с п о л ь з у е т с я для чего-то. Возможность существования моделей и теорий реальности, предназначенных для использования в деятельности и испытываемых ею, но никогда полно и точно не отражающих реальности, проистекает из допустимости получения уже некоторого приблизительного результата, что в конечном счете следует из относительной устойчивости ощущений, свойственной живому.

С развитием, усовершенствованием средств и способов деятельности сама область деятельности расширяется как вширь, так и вглубь, при этом практически всегда возрастает и точность наблюдения. Тогда становится явной неполная адекватность моделей и появляется необходимость построения новых.

Хотя {всегда} конечная точность наблюдений и отсутствие требования бесконечной точности результатов деятельности очевидны и обычно по меньшей мере подразумеваются, они плохо осознаны как принципиальный фактор в вопросах возникновения и связи теорий. Так, известный принцип соответствия в физике формулируется без явного на него указания, что делает принцип неработоспособным на практике. Причина такой забывчивости - объективистское представление, что теории должны сами переходить друг в друга, и привычка обходиться в естественнонаучных представлениях без субъекта.

## УСТАНОВЛЕНИЕ ГРАНИЦ

Относительная устойчивость ощущений, приводящая к упрощающему отражению, сопровождается еще одним фактором, который, действуя совместно с упрощением, приводит к тому, что мир предстает перед субъектом в виде набора или системы разделенных объектов. При изменении воздействия реакция, вырабатываемая у субъекта, может выйти за порог данного ощущения. Тем самым как бы порождается граница в картине воздействующей среды, как она предстает перед субъектом. Некоторая устойчивость ощущений вызывает установление разделенных границ, а не непрерывно следующих одна за другой. Это, разумеется, происходит и в случае всюду непрерывно изменяющейся среды. Размеченные подобным образом области реальности и образуют в отражении объекты. В результате мир предстает перед субъектом в виде набора или системы разделенных объектов, даже если мир в действительности не есть набор четко отграниченных друг от друга объектов.

В установлении границы есть, конечно, некоторая неопределенность. Она возникает: 1) из несомненно существующей размытости пределов ощущения, не абсолютной четкости порога ощущения, что соответствует самому духу относительной устойчивости ощущений, 2) из изменчивости во времени как состояний среды, так и {собственного} состояния субъекта, {состояния,} влияющего на отклик и, следовательно, на установление границы. Она, может быть, и совсем не устанавливалась бы, да ему надо действовать со всем «этим». А в деятельности он может опираться только на образы мира, возникающие в отражении, на качества, выделяющиеся границами. Необходимость действовать вынуждает принимать решение и фактически так или иначе устанавливать границы где-то в оптимальной области.

Но эта неопределенность границы и ее возможные колебания не обязательно приводят к изменению сути (для субъекта) строящегося объекта, его, так сказать, идеи. Безразличие к небольшим разбросам результатов работает и здесь. Если разброс в границах не выходит за некоторые рамки, то результаты выделения объекта оказываются {одинаково} удовлетворительными, {практически неразличимыми}. В этом случае объект остается (относительно) устойчивым «по идее» и им можно пользоваться «как таковым».

Приведем схематичный пример. В неисчерпаемой материи ничто ни от чего не отделяется абсолютно резко и четко, никаких четких границ самих по себе нет. Другое дело, если реальность действует на чувства - отнюдь не бесконечно тонкие и совершенные. Тогда тот же бесконечно длинный (в согласии с квантовой механикой), но все более разреженный хвост у «атома» (выражаясь модельно) в каком-то месте перестает замечаться, «обрубается», и атом уже выглядит конечным, ограниченным, отделенным от «не атома», противопоставленным всему другому. Более того. Разные реальные образования, из которых «получаются» атомы, различаются. Нет среди них и двух одинаковых (даже если на время забыть, что они вообще не существуют по отдельности). Однако та же самая ограниченная чувствительность «наблюдателя», формирующая в отражении границу атома, может не видеть разницы между различными {реальными} образованиями, если они достаточно похожи, так что реальность может предстать перед таким наблюдателем как набор одинаковых атомов. Таким образом, относительная устойчивость ощущений при подходящих реальных условиях может и будет приводить к выделению (обнаружению) отдельных объектов и к обобщению их в классы.

В принципе по такому же механизму устанавливается взаимопонимание между людьми. Они, конечно, по-разному

устанавливают границы объектов, которыми оперируют при передаче сообщений. Но опять же при достаточно малой разнице выделяемых и используемых ими объектов некоторое безразличие к точности, свойственное всем субъектам, дает основание для практически одинакового видения ими реальности (или ее части), что и позволяет им при благоприятных обстоятельствах понимать друг друга.

{Вот как много следует из относительной устойчивости ощущений.}

### ВЕЩЬ В ДЕЯТЕЛЬНОСТНОМ ПОДХОДЕ

Изложенный здесь схематично механизм формирования объектов может показаться излишне субъективистским. Вот ведь и Беркли опровергал материализм на том основании, что в бесконечно делимой материи не могут существовать отдельные объекты с собственными границами, отличные от всей материи в целом [5], что справедливо. Показывал он это приблизительно так же, как здесь. Видимые границы определяются порогом «остроты ощущения». Если же увеличивать остроту видения, то границы отодвигаются до самых, если можно так выразиться, краев материи. То есть самих по себе различных объектов (вещей) нет, они порождаются «духом». Но если это так и если {(как он сам считал и как считали материалисты-метафизики того времени)} признание существования вещей самих по себе обязательно для материализма, то материализм несостоятелен.

Однако для материализма в действительности достаточно уже признания существования некоторой внешней (по отношению к «духу») реальности, в которой субъект может увидеть вещь и без которой никакой «дух» в нормальном состоянии никакой вещи не обнаружит. Эта реальность и есть материя, но она не обязана быть в форме набора объектов. Материя не составлена из предметов.

Итак, субъект обнаружил в материи какие-то объекты. А что «там» было бы без субъекта? Почти то же самое. Почти - это с полнотой и точностью, с которой объекты обыденного обихода или научной теории отражают действительность. Будут ли, например, горы? Как четко выделенных объектов и тем более приобщенных к «идее» гор их не будет. Но, конечно, останутся какие-то неоднородности в материи, четко не отграниченные от остального и в этом смысле не существующие как самостоятельные объекты, и, более того, имеющие еще множество сторон (аспектов), может быть не менее важных, чем «гористость», так что даже неясно (если не учитывать особенностей субъекта), почему области этих неоднородностей должны приобщаться именно к понятию «горы». Но то объективное, что в отражении дало базу для выделения гор, там будет иметься. Во всяком случае, не следует опасаться, что без субъекта материя в тех областях, где он, будучи в здравом уме, видел горы, исчезнет.

Таким образом, вещь - весьма скользкое понятие. В обыденных делах использование его в смысле объекта, незатейливо и без проблем существующего в самом мире в качестве самостоятельно выделенного его куска, обычно не приводит к заметным трудностям и парадоксам. Но в философии и в направляемой и поддерживаемой ею методологии конкретных наук такое упрощенное, объективистское понимание может порождать принципиальные трудности. Так произошло с проблемой согласования термодинамики и механики, с выяснением алгоритма перехода квантовой механики в классическую, с проблемами согласования некоторых других более и менее общих теорий а также с более общей проблемой адекватности теорий реальности, когда под адекватностью понималось безусловное содержание в теории только того, что имеется в отражаемом ею мире, без всякого вклада субъективного.

Яркий пример полной несостоятельности фактически чисто объективистских представлений об объектах, структурах и законах, которыми оперируют теории, представляет собой анализ, проводившийся Фейерабендом [6]. В результате такого представления о теориях он пришел к выводу о несовместимости и несогласованности всех теорий, о некумулятивности процесса познания и к рекомендациям типа «эпистемологического анархизма» - к праву свободно пользоваться любыми теориями: какая больше понравится. Эта рекомендация, конечно, звучит по-детски. Это наукообразное отрицание науки вообще. Научно обосновать полную несостоятельность науки невозможно, тут было бы откровенное, недопустимое противоречие.

### МИНИМАЛЬНАЯ СЛОЖНОСТЬ МОДЕЛЕЙ РЕАЛЬНОСТИ

Галилей сопровождал свое открытие постоянства ускорения свободного падения еще и методологическим обоснованием - простотой природы. А какое ускорение проще всего? Конечно, постоянное. Но Галилей, по крайней мере интуитивно, знал о существовании ошибок измерения. Это видно по некоторым местам его работ. Он мог бы предположить, что третья производная существует, но скрыта внутри ошибок, однако даже не обсудил этот вопрос. Подобное самоограничение имело место и в последующие времена: по данным строились только простейшие теории. Особых спекуляций по поводу более сложной структуры мира, скрытой внутри «коридора ошибок» и, следовательно, не запрещаемой данными, практически никогда не делалось. Совершенно такое же положение - в применениях вычислительной математики к обработке данных. Сложность математической функции, предназначенной для описания (аппроксимации) данных, выбирается по возможности минимальной, лишь бы данные описывались с необходимой точностью, хотя можно построить несчетное число более

сложных функций, которые описывали бы данные не хуже. Эту особенность моделей можно было бы приписать «экономии мышления», если бы она не была проявлением общего принципа деятельности - выбора наиболее простых действий из всех возможных, дающих в рамках требуемой точности тот же результат. Легко увидеть связь этого принципа с «бритвой Оккама».

Итак, работающие теории упрощают, сглаживают реальность, подобно тому, как это делает ощущение, которому они в конечном счете служат. Появление простых формул в естественнонаучных теориях не означает, что природа проста. Природа не проста, а иногда допускает такое. Она была бы проста, если бы простые теории были точными и исчерпывающими. Действительные явления, мягко говоря, гораздо сложнее, но вся «излишняя» сложность уходит внутрь ошибок и проявляется в последующем либо при повышении точности (сужении коридора ошибок), либо при расширении поля деятельности (удлинении коридора ошибок).

### МЕРА, ДИАЛЕКТИКА, НЕСВОДИМОСТЬ

Мы перебрали важнейшие особенности действующего и познающего субъекта, играющие принципиальную роль в порождении картины мира, которую он видит в своей деятельности {в нем}. Эта картина не есть точная копия мира, но поскольку она зависит также и от него, а не только от субъекта, постольку она содержит и объективное. Ясно видны диалектические черты в процессе построения картины мира и ее частей. Очевидна и естественна связь относительной устойчивости ощущений с м е р о й , выделяющей то или иное качество объектов да и сами объекты. Неполнота отображения реальности в ощущении, отражение не всей сложности {отражаемой} реальности, а лишь в каком-то смысле главного приводит к возможности ошибок в

ожиданиях, т.е. к неизбежности случайного, даже если бы реальность была строго детерминистичной. В любом {выделенном объекте, в} теории или модели наряду с объективным присутствует субъективное как через прямое упрощение сложной реальности, так и через ограниченность, невсеобщность, неисчерпываемость опыта и обусловленность его определенными совершаемыми действиями. Поэтому, хотя в открываемых наукой истинах содержится вклад абсолютного, они в то же время относительны. {Конечно, при несостоятельности объективизма крайний релятивизм также несправедлив.}

Ввиду обязательно присутствующего в {объектах, структурах,} моделях и теориях вклада субъективного ни «простой» видимый объект, ни теория не могут быть сведены к той первооснове (материалу), которую они представляют {перед субъектом}. Аналогично и теория более высокого уровня (а такой принято называть не более широкую и детальную, а более «надстроечную» теорию, фактически - с большим вкладом субъективного {в ее образование}), надстроенная над теорией более фундаментального, «микроскопического», «первоначального» уровня, - не может быть сведена только к элементам и законам этой более микроскопической теории, не может быть построена только из них.

Например, термодинамика как теория не сводится к механике частиц ни как к реальным первоначалам мира, ни как к теории (модели) этих первоначал. Термодинамика не может быть построена (составлена) только из этих первоначал. Можно сказать, что объект (теория) сводится к материалу и к деятельности субъекта - совместно, одновременно { - согласно приведенной выше двухфакторной формуле}.

Ради уточнения заметим, что существует такая постановка вопроса, в которой есть сводимость. Это порождение объектов всей полной реальностью, обеспечивающей относительное выделение субъекта и через него - выделение



объектов деятельностью. И вот такие относительно выделенные объекты (вместе с их относительной выделенностью) должны быть сводимы к целой реальности, поскольку порождаются ею и только ею. Еще точнее будет сказать, что они вместе с субъектом и его деятельностью есть в ней, существуют, содержатся, а та или иная их выделенность и существование - это просто ее свойство, {конкретно} меняющееся во времени, способ существования. Так что ответ на вопрос о сводимости объекта (а также и субъекта) ко всей целой реальности превращается почти в тавтологию: причина существования наиболее фундаментального закона (порядка) заключается в его существовании.

Но обычно говорят о сводимости объектов непосредственно и исключительно к некоторому усеченному субстрату (в том числе и к какой-нибудь частной теории), минуя формирующий вклад субъекта. Так сводимость и понимается редукционизмом. Благие намерения в редукционизме присутствуют. Это, во-первых, стремление избежать излишне {необходимых} сущностей и, во-вторых, связанное с первым стремление не выходить за рамки материализма (к сожалению, примитивно понимаемого).

Но редукционизм {метафизическим образом пере}упрощает картину. Во-первых, объекты, которые и к которым он пытается редуцировать, он полагает содержащими только отражаемое (или имитирующими таковое в моделях). Во-вторых, он намеревается сводить объекты к выделенным из целой реальности вещам, которые, тем более понимаемые обыденно, по сравнению с ней слишком просты, чтобы, даже взаимодействуя друг с другом {(присущими им «физическими» связями)}, образовывать что-то качественно, сущностно новое, отличное от простого их {взаимодействующего} набора. Мы в своих конкретных анализах не можем, конечно, уйти от необходимости увязывать лишь конечные образования, не можем работать с целой реальностью. {Но

тогда} этот недостаток приходится {обходить,} искусственно компенсировать установлением иерархии, системы подчинения, так сказать, волевым, механическим введением субъекта, в какой-то степени заменяющего некоторые формирующие черты всё {созидающей целой} реальности. Без этого все повисает в воздухе. Таким образом, методологическим {основанием} ошибки редукционизма является в конечном счете отождествление (смешивание) {порождающих способностей} всей {вполне} суверенной и самодостаточной целой реальности с {более ограниченными способностями} отнюдь не суверенной, не самодостаточной и не достаточной для порождения объектов части всей реальности. Это отождествление есть следствие {метафизического неучета} издержек этапа анализа, {этапа,} неизбежно возникающего в конечной практической деятельности субъекта, {относительно выделенного из всей реальности. Это следствие ограничения этапом анализа без совершения или завершения синтеза}. Элементы целого, обнаруживаемые в анализе, должны выделяться или по крайней мере пониматься с оглядкой на целое, сообразно ему, другими словами - с перспективой правильного синтеза. И поэтому так важно, в том числе и в конкретных науках, правильное понимание механизма формирования объектов, в частности - теорий и моделей реальности.

Мы также видим, что теории высших уровней - теории-надстройки - строятся на базисном материале деятельностью более грубой и усеченной (ограниченной) по сравнению с предоставляемыми базисом возможностями. {В теориях-надстройках больший вклад от субъекта.} В теориях, ближе стоящих к базису, меньше ограничений и упрощений, идущих от субъекта. Казалось бы, отсюда следует, что они требуют меньше усилий субъекта. Однако это не так. Теории, близкие к базису, отражающие его полнее, точнее и объективнее, получаются как отражение результатов

деятельности более изощренной и в более широкой области ситуаций}, в которые ставится материал. В пределе теории, точно отражающей материал, она получается при контроле за ним во всех его аспектах с точностью, допускаемой самим материалом}. Но большая изощренность познавательной деятельности, т.е. большая деятельность самого субъекта в итоге дает модель реальности (базисного материала) более объективную, более свободную от субъекта, с меньшим вкладом идущих от субъекта ограничений и упрощений.

Теории высокого уровня уступают более микроскопическим в {подробности и} исчерпываемости отражения «атомарного» уровня, возможно, даже с потерей его непосредственно из виду, как, например, в термодинамике или в теориях движения капитала и товаров. Но с точки зрения практических предсказаний результатов работы с материалом такие теории не обязательно ущербны {по сравнению с более микроскопическими}. Так, рассчитывать точно результаты работы тепловой машины {по механике} с учетом всех свойств всех частиц и конкретных изменений объема в пространстве и времени - безнадежное дело: ответ вообще не будет получен. А термодинамика одинаково работоспособна в применениях к широкому кругу свойств частиц, их количества, вариантов изменения объема и других обстоятельств. Такова же и химия во многих своих областях.

Поэтому помимо случаев, когда с ходом прогресса и познания вводятся в обиход теории более {микроскопические,} базисные, происходит и противоположное движение в познании. Бывает, что мы довольно хорошо знаем элементы некоторого базисного уровня, в котором материал расчленен и не усреднен каким-то образом. Но каковы будут некоторые его общие (для нас) черты - вопрос может оказаться слишком сложным для его прямого решения. И тут могут помочь специальные методы, предоставляемые теориями более высокого (более субъективного) уровня, дающие по

отношению к отдельным элементам базисного уровня ответ менее точный и не обо всем, а лишь о некоторых аспектах. Но хорошо, если мы более или менее знаем, что спросить у теории, а это вовсе не очевидно. Практика может быть недостаточной или недостаточно понятой. Задача науки - правильно сформулировать проблему и разобраться в параметрах надстроечной теории, не содержащихся в самом базисе.

### ВЕЩЬ В СЕБЕ И ВЕЩЬ ДЛЯ НАС

Может показаться, что в деятельностном подходе вопрос о познании вещи в себе автоматически замутняется обязательным смешиванием, слиянием в вещи для нас объективного (вещи в себе) и субъективного. Но как раз наоборот: откровенная, отчетливая постановка вопроса о механизме формирования объекта (вещи для нас) в деятельности с материалом и позволяет поставить решение этого вопроса на регулярную основу.

Заметим, что знание о вещи в себе может быть получено только в деятельности с ней. Свойства чего-то существуют лишь постольку, поскольку они могут проявляться во взаимодействии с другим. Свойства, никак не могущие проявиться, относятся к области мистики, не существуют. Но взаимодействия мы познаем только в деятельности, ставя {изучаемый} объект в те или иные условия и изучая последствия.

Что же остается в вещи для нас от вещи в себе?

Вернемся к примеру с термодинамикой. В «термодинамическом» мире слиты воедино: 1) частицы с их механикой, 2) воздействия на них только определенного характера, 3) выделение из множества аспектов результата воздействия только некоторых интересующих нас, 4) наблюдение за ними с конечной точностью, обеспечивающей пренебрежение некоторым разбросом результатов. Получается а) система

однозначных результатов, вполне детерминистская в смысле однозначной зависимости «макроскопических» результатов от «макроскопических» параметров, б) специфичность поведения этих однозначных результатов: обратимость при сохранении контроля и необратимость при его ухудшении. Известная дефектность термодинамики по сравнению с механикой происходит от бедности, ограниченности используемых вариантов воздействий (их видов и способов), от бедности возможностей контроля более грубого по сравнению с возможным в механике.

На примере {соотношения} механики и термодинамики можно посмотреть, как соотносятся истины вещи в себе и вещи для нас. Итак, что, какой свой след оставляет в этом случае вещь в себе (механика) в вещи для нас (в термодинамике)? В термодинамике вещь выглядит по-другому: в отношении структуры - как единая, сплошная среда, а не раздробленная на частицы, не структурированная; в отношении динамики - сохраняющая понятие силы и работы и закон сохранения энергии (1-й закон термодинамики). Импульс и закон его сохранения исчезают. Величина упругости связана с энергией, которая в этой упругой среде содержится, причем энергия среды есть сумма энергий частиц. Среду можно делить на части, сохраняющие ту же однородность, неструктурированность и «плотность упругости» (плотность внутренней энергии). Объединение одной среды (упругой жидкости), обладающей одной плотностью энергии, с другой средой, с другой плотностью энергии, дает единую среду с промежуточной плотностью энергии и промежуточной упругостью. Но новую среду уже нельзя разбить на части с разными плотностями энергии (необратимость).

Видно, что новая реальность - среда и ее законы - отличается от первоосновы, но все же кое-что остается, например, вообще динамика, т.е. какие-то силы и простран-

ственные изменения; во-вторых - остался закон сохранения энергии. Почему они таковы, эти проявления «истинной» реальности, почему такова наблюдаемая реальность, т.е. каков механизм ее образования из «истинной» реальности? Подход, привлекающий анализ контроля над системой, все это проясняет, т.е. показывает, как вещь в себе превращается в вещь для нас. При учете вида и порядка деятельности становится ясным, что вещь для нас не противоречит вещи в себе. То, в чем она непохожа на вещь в себе, вызывается спецификой деятельности: неточностью и ограниченностью области опытов и наблюдений. Следовательно, чтобы сблизить вещь для нас с вещью в себе, надо расширять и уточнять опыт, хотя о вещи в себе что-то говорит уже любой опыт.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Смолуховский М. Доступные наблюдению молекулярные явления, противоречащие обычной термодинамике // Эйнштейн А., Смолуховский М. Брауновское движение. - Л.: ОНТИ, 1936, с. 197.
- [2] Смолуховский М. Молекулярно-кинетические исследования по вопросу об обращении термодинамически необратимых процессов и о возврате аномальных состояний // Там же, с. 303.
- [3] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. - М.: Наука, 1976, с. 47-48.
- [4] Губин В.Б. Физические модели и реальность. Проблема согласования термодинамики и механики. - Алматы: МГП "Демеу" при изд. "Рауан" Минпечати Республики Казахстан, 1993, 231 с.
- [5] Беркли Дж. Сочинения. - М.: Мысль, 1978, с. 191-192.
- [6] Фейерабенд П. Избранные труды по методологии науки.- М.: Прогресс, 1986.

## ОБ ОДНОМ ВАРИАНТЕ ПРИНЦИПА БРИТВЫ ОККАМА

*В.Б.Губин, кандидат физико-математических наук*

Есть один методологический принцип, лежащий в основании выработки заключений о новом понимании прежде не выясненных моментов или доказательств несостоятельности некоторых методов. По-видимому, в своем общем виде он никогда не был четко сформулирован. Во всяком случае в отчетливом виде он не был методологами введен в широкий оборот, хотя прикладники явно или неявно, а также добровольно или вынужденно его используют. Этот принцип является, вообще говоря, вариантом принципа бритвы Оккама, но вариантом специфическим. Звучит он на первый взгляд даже простовато, хотя и довольно расплывчато: объяснение (или решение) не должно быть слишком сложным по сравнению с самой решаемой задачей. Расплывчатость, неопределенность здесь заключается в том, что трудно оценить и сопоставить сложности как решения, так и выясняемого вопроса. Но в этом и заключается трудность понимания и применения диалектики, которая совершенно необходима в производстве нового знания о реальности. Процесс познания реальности диалектичен и не сводится к строго формальным выводам. Большую роль в оценке весомости доводов играет интуиция, основанная на широком опыте, также по меньшей мере интуитивно упорядоченном при руководстве правильной методологией.

Рассмотрим ряд показательных примеров.

## ПРИНЦИП МИНИМАЛЬНОЙ СЛОЖНОСТИ МОДЕЛЕЙ И ЕГО ОСНОВАНИЯ

В современной вычислительной математике широко и по существу применяется принцип «минимальной сложности» моделей, используемых для изображения реальных объектов и явлений (см., напр., [1], с. 233 и всю 12 главу). Можно ведь построить модель с огромным множеством параметров, способную описать чуть ли не любой набор данных при любых условиях его получения, а не только конкретно обрабатываемый набор. Однако неоднозначностям, возникающим при определении значений параметров многопараметрической модели по одному частному набору данных, к тому же отягченных ошибками измерений и контроля условий, автоматически сопутствует ослабление предсказательной силы модели: поведение объектов, предсказываемое такой моделью в областях, уже немного отличающихся от исходной, оказывается чрезвычайно прихотливым и явно необоснованным. Поэтому предпочтение отдается простейшим моделям, которые обеспечивают как можно более плавное, спокойное поведение в окрестности протестированных данных - лишь бы имеющиеся данные удовлетворительно описывались. Если при дальнейших экстраполяциях обнаружится расхождение предсказаний модели (теории) с реальностью, то модель следует соответственно скорректировать. Так реализуется стратегия постепенного развития знания.

Этот прием построения моделей соответствует обязательному для науки принципу бритвы Оккама: не следует вводить сущностей сверх необходимых. Введя множество сущностей с большим запасом или какую-нибудь одну, но всестороннюю и всемогущую, можно «объяснить» что угодно, но толку, помимо некоторого самоуспокоения, от этого будет немного, так как не будет оснований ожидать, что будущие предсказания модели окажутся реалистическими.



Дело в том, что любое предсказание (в том числе и интерполяция) есть экстраполяция - выход из непосредственно проверенной опытом ситуации в новую область, опытом не проверенную. Реальные ситуации никогда точно не повторяются. Вообще говоря, априори не могло быть никакой уверенности в том, что природа позволит в заметном числе случаев ожидать небольшого изменения результата при небольших изменениях условий и действий. Однако широчайший опыт свидетельствует именно о таком ее характере. В противном случае результативная человеческая деятельность, познание и сама жизнь были бы невозможны. Тогда, например, невозможна была бы поговорка о том, что ложку мимо рта не пронесешь, так как сия процедура происходит, разумеется, всегда в несколько измененных условиях, и кто знает, насколько неожиданные результаты получались бы при очередных попытках.

Однако в то же время - при некоторой устойчивости воспроизводства эффектов, то есть при довольно плавной их зависимости от изменения условий - результаты при этом все же меняются. Но тогда при излишне многопараметрической модели явления и некоторой неизбежной неточности определения значений ее параметров даже незначительная экстраполяция становится неуверенной. Если же удастся обнаружить зависимость простой формы, с небольшим числом параметров, то это можно считать огромной удачей, выпадающей, впрочем, упорному исследователю, как естественнику, так и гуманитарю. Возможность выделения простой, но достаточно точной зависимости, конечно, означает определенное ее подтверждение, ее неслучайность, систематическое доминирование чего-то выделенного, а не простое и неустойчивое стечение обстоятельств, ибо крайне маловероятно в неоднородном и меняющемся мире лишь случайно напасть на ситуацию, когда сложная, со многими разнообразными факторами зависимость на заметном интервале вырождалась бы с хорошей точностью в удачную

для нас - простую. Одновременно простота зависимости совместно с отмеченной выше некоторой устойчивостью движений природы указывает на гораздо более широкий диапазон применимости закономерности, чем область применимости очень сложной зависимости - при одной и той же точности фиксации условий, при которых были установлены обе зависимости.

С бритвой Оккама или с обсуждаемым здесь конкретным ее вариантом не следует сближать пресловутый принцип «экономии мышления». Принцип экономии мышления, напоминая их лишь по внешности, причину и основу желательности или необходимости этой «экономии» видит в чистой субъективности, в то время как они есть выражение объективно необходимого порядка правильной познавательной деятельности, направленной на по возможности адекватное познание неисчерпаемой объективной реальности.

Таковы причины основательности принципа бритвы Оккама и основания высокой значимости простых закономерностей.

Вернемся к примерам.

Фактически совершенно по такой же методе, как в вычислительной математике, действовал Галилей, когда ввел закон постоянного ускорения падения тел [2,3]. Об ошибках измерений он знал и, конечно, формально имел право провести по данным множество более сложных законов - с немного непостоянным ускорением (которое и в самом деле не постоянно). Однако он ограничился постоянным ускорением, присовокупив в свое оправдание методологическое основание: склонность природы к простоте. Правда, он не привел независимых свидетельств того, какой именно простотой ограничивается природа.

Далее. Гелиоцентрическая система Коперника гораздо проще геоцентрической системы Птолемея. Именно поэтому она послужила мощным доводом для лишения Земли исключительного положения.

В свою очередь простота законов Кеплера указывала на то, что они верно отражают некую глубокую истину, так как было бы весьма маловероятным, чтобы накопленные Тихо Браге многочисленные данные лишь случайно легли на столь неизощренные кривые, в то время как в случае сложных теоретических кривых возможность сомнения в правильности открытых законов была бы существенно большей.

Механика Ньютона упростила задачу предсказания движения тел, введя немногие принципы и правила вывода решений, универсально применимые для всех без ограничения (в то время) случаев.

Огромное впечатление на широкие массы произвела знаменитая формула Эйнштейна, связывающая массу, энергию и скорость света. Ее исключительная простота вместе с определенной экспериментальной подтвержденностью заставляет думать о ее гораздо большей универсальности, чем только в тех областях, где она подтверждена. Есть даже склонность бесконечно экстраполировать, абсолютизировать это соотношение.

Возвращаясь к описанию характера природы, заметим, что она, по-видимому, бесконечно сложна, но ее сложность все же такова, что допускает в некоторых случаях отображение явлений с хорошей точностью уже простыми моделями. Эту возможную простоту моделей не следует смешивать с простотой природы. В действительности, скажем, формулы Кеплера не вполне точны. Природа не настолько проста, чтобы возможны были простые и одновременно точные модели. Она допускает только, чтобы простые модели в отдельных достаточно широких областях давали хорошее приближение. Но она не обязана делать это каждый раз, в любых обстоятельствах. Иначе все модели в конечном счете слились бы в одну, что означало бы действительную простоту природы. Поэтому сказанное раньше не означает, что сложные модели обязательно

неверны, хотя и могут вызывать большее сомнение, чем простые. А переупрощение моделей путем сужения области их работоспособности сводит их по существу к набору обрывочных, не связанных между собой гипотез *ad hoc*, тогда как установление связи теорий имеет решающее значение для обоснования знаний.

Так вот задача как раз и заключается в том, чтобы определить, разобраться, должна ли быть в данном случае модель простой или не обязательно. И вот здесь требуется хорошо прочувствовать сам вопрос и адекватность ответа ему и всему другому знанию, которое, возможно, следует где-то скорректировать соответственно новому ответу для большей согласованности знаний в целом.

### ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПА МИНИМАЛЬНОЙ СЛОЖНОСТИ МОДЕЛЕЙ В ПОСТРОЕНИЯХ ИНТЕРПРЕТАЦИЙ

Да позволено будет автору этой заметки рассказать о решениях, к которым он когда-то пришел, по двум принципиальным вопросам и о пути к ним.

#### **1. О термодинамической вероятности состояния**

Одно время я пытался построить функцию от координат (точечных) частиц в объеме (например, внутри квадрата), непрерывно зависящую от этих координат и возрастающую при более равномерном расположении частиц в объеме. Понимание равномерности следовало еще и уточнить. Поведением искомая функция должна была быть похожа на энтропию. Соответственно, помимо указанных свойств функция не должна была зависеть от формы объема (в данном случае квадрата), то есть объем должен был выступать как скаляр, число.

Так как энтропия интерпретировалась как мера вероятности состояния, а в учебниках это объяснялось и иллюстрировалось с помощью разбиения объема на части с

последующим подсчетом вероятности распределения частиц по подобьям в предположении о равномерной внутри объема плотности вероятности попадания частиц, то я и начал с этого приема. Но, во-первых, разбиения на две части было явно недостаточно, так как переход частицы из одной части объема в другую приводил к скачку в оценке. В то же время смещения частиц без перехода выбранной границы не меняли функцию, хотя частицы при этом могли собраться в две тесные группы в каждой части, чему соответствовало бы резкое уменьшение энтропии согласно обычным полуинтуитивным представлениям. Поэтому пришлось ввести одновременные разбиения на две, три, четыре и т.д. части до бесконечности. По-видимому, это соответствовало необходимости учета неоднородностей различных масштабов.

Во-вторых, оставалось убрать зависимость получаемой вышеуказанным способом оценки от формы объема. По-видимому, и это было справедливо ввиду равноправия сторон объема, следовало бы проводить разбиения как вертикально, так и горизонтально. И, кроме того, почему надо разбивать квадрат только прямыми линиями? Следовало бы использовать для разбиения всевозможные кривые, усреднив в конце концов результаты. Так мы получили бы оценку, по крайней мере практически непрерывно зависящую от координат, монотонно зависящую от скученности частиц и не зависящую от формы объема. После некоторых раздумий были добавлены разбиения и на не одинаковые по площади части и еще некоторые манипуляции, которые здесь сложно изложить, но которые заметно удлиняли всю процедуру.

Поначалу казалось, что алгоритм получения оценки более или менее соответствует интуитивным оценкам таких состояний физиками и потому он в целом верен. Однако с течением времени сомнения, вызванные в первую очередь необозримым нагромождением несчетного множества всевозможных вариантов разбиений, все более нарастали. Нельзя было бесконечно игнорировать и отодвигавшийся на

потом труднейший вопрос об априорной плотности вероятности тех или иных картин разбиений. Постепенно вырабатывалось впечатление, что сама система по своей простоте - квадрат с несколькими точками внутри - такой сложности рассмотрения не заслуживает. Искусственным и произвольным стало выглядеть и само разбиение на части, тем более, что его в действительности нет. А раз его нет, то полученный формально результат не есть оценка системы самой по себе. Этот вывод согласовался с известной математической оценкой вероятности любого расположения частиц, если они распределяются случайно на площади: вероятность любого расположения равна нулю.

Итак, так сложно выработанную оценку пришлось оставить, и исходным и самым существенным толчком для этого оказалась именно не подходящая ситуации чрезмерная сложность, изощренность решения. Заодно как следствие возникли веские сомнения относительно состоятельности помещаемых в учебниках разъяснений термодинамической вероятности состояния с помощью уже упоминавшихся картинок с разбиениями объема. Нельзя в важных, основополагающих пунктах полагаться на поверхностные аналогии, не проанализированные сколько-нибудь полно. В дальнейшем была построена, видимо, непротиворечивая интерпретация термодинамического состояния [3,4,5], причем оценка с разбиением заняла свое место: она применима только как оценка вероятности получения данного распределения частиц по подобъемам в случае введения в случайный момент реальной перегородки (что исключает какие-либо двусмысленности с разбиением), но не в случае каких-то мысленных перегородок для оценки состояния самого по себе безотносительно к тому, что от него хотят получить.

## **2. О детерминизме и свободе воли**

Решение по второму, еще более принципиальному вопросу пришло довольно смешным образом. Эта особенность



В эпоху Возрождения среди высокообразованных итальянских гуманистов однажды произошел вызвавший многолетнюю ссору между ними спор из-за комара, точнее, из-за разных мнений о том, как правильно писать слово «комар». Со мной тоже произошло событие, схожее с этим по смехотворности повода и по глубине методологических последствий.

Однажды вечером на стол, заставленный посудой, откуда-то забежал, извиняюсь, таракан. Бороться с ним среди посуды - гиблое дело. И я подумал: «Да я тебя сейчас обману, умнее же я тебя! Все-таки венец природы! Использую знание твоих привычек или инстинктов, что там у тебя. Ты ведь в случае опасности стараешься забиться в местечко потемнее. Ну так забивайся!» И я нажал на край стоявшей рядом чугунной пепельницы. Другой край приподнялся и открыл затененное убежище, куда объект преследования сразу же и спрятался. Оставалось только отпустить пепельницу.

И тут я подумал, что было бы просто чудовищно маловероятно, чтобы вся эта последовательность мыслей, предсказание, почти твердая уверенность в успешном исходе предприятия, оценка себя как более умного, исполнение и приход ожидаемого результата, к тому же по такому ничтожному поводу, были следствием случайного стечения начальных состояний мириад атомов во мне, окружающей среде и коварно обманутой жертве. Невероятно, чтобы случайное расположение атомов создало состояние некоторой сложной эмоциональной оценки, абсолютно не свойственной бесстрастным атомам, создало логически связанную последовательность образов, представлений, опыта, доводов и выводов, относящихся к неким целостностям, а не к набору индивидуальных составляющих. Не было никакого сомнения, что расчет, действия и мысли носили, так сказать, самостоятельный характер, были результатом действия целой сущности, действующей в сфере, в какой-то мере оторвавшейся от микроскопической первоосновы, причем успешно



действующей на основании мотивов, существующих лишь в этой сфере, обладающей возможностью собственного выбора вариантов поведения.

Одинаково маловероятно, чтобы все это сложное целое с его хотя бы кажущимся осмысленным поведением было предопределено своими мельчайшими частями в детерминистском мире типа классического механического или случайно в каждый момент последовательно происходило с этими же частями в вероятностном мире вроде квантовомеханического. А ведь мы при выяснении истины склоняемся к выбору вариантов и механизмов происходящего именно на основании оценок вероятности их потенциальной реализации, оценок, основываемых на всем имеющемся знании. Например, чтобы встретить человека, мы идем туда и тогда, где и когда его вероятнее всего можно ожидать. Аналогично вывод делается и в разбираемом здесь случае.

В простой механистической модели, ставящей в качестве исходного и единственно существующего состояние и поведение индивидуальных элементов, невозможно было бы ожидать, что состояния огромного числа атомов в том конгломерате, который мы выделяем как человека, и в ряде других конгломератов, значительно отделенных от «человека», когда-либо сложились так, чтобы результатом была преднамеренная(!), избранная «структурная» перестройка одного из удаленных конгломератов, вызвавшая к тому же чувство удовлетворения у конгломерата, называемого человеком. С подавляющей вероятностью происходило бы неразборчивое разрушение и перемешивание этих более или менее связанных наборов атомов без выделения предпочтительных целей, а скорее тех, которые попадались бы на пути движения центра тяжести самого массивного и устойчивого набора. Однако из множества возможных событий, подавляющее число которых приводило бы, как говорят, к росту хаоса (энтропии), реально, причем с устойчивой регулярностью, происходят именно маловероятные события, в

большой степени благоприятствующие некоему непрочному с механической точки зрения образованию - человеку, а с другой стороны - хорошо укладывающиеся в модель сознательной деятельности. Случайно этого быть не может. Другими словами, свобода воли, по крайней мере в некоторой существенной степени, - реальна.

Таким образом, механистический фатализм отвергается ввиду необходимости прибегать в случае его истинности к невероятно сложным и практически нереалистическим построениям для объяснения самых обыденных дел, которые в сфере действия сознательного и волевого увязаны достаточно просто, ясно, логично и результативно. Конечно, здесь далеко не все ясно. Впрочем, не следует, опираясь на эти неясности, делать, как некоторые поступают, вывод о вкладе неких высших сил, зачем-то одухотворивших бездушный конгломерат атомов. Наличие таких сил вообще ни с чем не согласуется. Зато со всеми реальными знаниями, возможностями ошибок познания, людскими слабостями, склонностью слишком далеко экстраполировать (по аналогии), а также со всей историей развития человечества вполне согласуется модель человеческого происхождения и широкого распространения представлений о высших существах или буддийского идеализма. Их возникновение было естественным и неизбежным.

Что же касается физики, то это наука не обо всем, а частная наука. Например, в мире несомненно бывает боль. Но физика не может выразить ее на своем языке, через свои переменные, наблюдаемые и понятия. То же самое со свободой воли. Физика - наука не системная (возможно, пока). Хотя она сама составляет систему, однако изучает по сути только вырезаемые из природы доступные изучению с помощью приборов кусочки, части, выделяя их из целого и отрывая их от него так, что связь со всем целым забывается, исчезает. Если она и делает обобщающие заключения типа

непрерывного закона Ома при дискретности носителей электричества, то они имеют начало в субъекте [3,5].

Физика - наука, направленная на изучение мира как он есть, имеющая перед собой такую идеальную цель. Но она наука частная, работающая своими специфическими средствами. Вследствие этого она способна изучать не всякие свойства и стороны мира, а лишь те свойства, которые подвластны контролю этими средствами и методами, те свойства, на которые эти средства реагируют. Физика изучает свойства мира, воздействующие на объекты, состояния которых мы можем (приблизленно) отмечать и которые в общем случае можно назвать измерительными приборами. По показаниям приборов и их сочетаниям мы судим о мире. Измерительным прибором может быть и невооруженный глаз, и, скажем, собственный палец, у которого мы можем отмечать как положение, так и разные ощущения различной силы, - приписывая причины, их вызывающие, внешней среде.

Но, во-первых, в связи с принципиальным разделением мира в процессе измерения на измеряемое и измеряющее и намерением объективно приписывать внешней по отношению к «прибору» части мира только то, что есть у нее самой, а не наделять ее свойствами, имеющимися у измерительной части, системные свойства, возможные у объекта, использованного как измерительный прибор, не могут переноситься на измеряемое. В связи с таким разделением возникает понимание, что у измеряемого может и не быть свойства, скажем, боли от горячего, которое может возникнуть при измерении у объекта, использованного как прибор. Для минимизации необоснованного и ложного преувеличения значения некоторых побочных эффектов, возникающих у прибора при измерении, для борьбы с перенесением этих эффектов на измеряемое, для борьбы с приписыванием измеряемому не имеющихся у него свойств необходимо сопоставлять результаты измерений

приборами различных типов и по результатам этого анализа отбрасывать приборную «отсебятину», оставляя по возможности только то, что действительно обусловлено только измеряемым. (Именно такое сопоставление под контролем, конечно, теории приводит к выбору все более точных эталонов длины и времени.) В этом отношении наиболее надежен прибор, отклик которого содержит минимум побочного, порождаемого самим прибором уже потому, что он вообще работает, т.е. в некотором смысле простейший. Это прямая, инструментальная реализация принципа минимальной сложности отображения имеющегося.

Во-вторых, в согласии с тенденцией физики изучать существующее как оно есть, без внесения в него зависящих от прибора возможных технических или смысловых коррекций по крайней мере при интерпретации измерения, и в согласии с указанным правилом определенной независимости свойств измеряемого от свойств измерительного прибора возникает возможность некоторой взаимозаменяемости физических приборов. Так вот физика изучает сущности (свойства) с такими воздействиями, которые могут быть уловлены вполне неживыми устройствами (приборами). Неживые приборы не реагируют на специфические проявления живого, свойственные только живому. Следовательно, **физика изучает только сферу неживого. Она это делает, даже когда перед ней живой объект, она не видит и не может видеть, что он живой.** Так, и в объекте измерения, и в приборе она может видеть некоторые изменения (эффекты), сопутствующие тому, что мы называем болью: например, движения молекул и различные электрические потенциалы, - но по существу, качественно, не может отличить эти эффекты от реакций, скажем, неощущающего камня на удары по нему молотка, т.е. не может видеть самой боли.

По этим двум причинам реакции пальца как физического прибора на огонь ставится в соответствие во внешнем источнике наличие не боли, а безразличной к

живому сущности - тепла (специфически понимаемой энергии) с повышенной температурой.

Таким образом, без потери общности можно считать, что приборы, через призму которых физика видит мир, сплошь неживые, т.е. и не способные видеть живое. Поэтому сама физика не может ни увидеть живого, ни позволить построить его из элементов, которые она видит. Видимо, в действительности на такие приборы воздействуют сами физические «первоначала», но не их взаимная организация, которая, возможно, выделяет их для них самих. На физические приборы действуют только элементы систем. Принятые в физике приборы слишком просты, чтобы видеть организацию более высокого уровня, например, объект как человека, ощущающего боль. Физика не может увидеть живое, так как это ей не дано ее средствами и методами. Более того, она отрицает живое, так как полагает, что изучает все и что ее знание исчерпывающее.

Физические взаимодействия не исчерпывают, не отражают полностью всех взаимодействий, возможных (а в тот момент, когда кто-то это читает, то и существующих) в мире. Когда на нас падает камень и мы видим это, то осознаем опасность и предпринимаем действия, чтобы уклониться. Могут возразить, сказав, что нам только кажется, что мы что-то осознаем, а в действительности все поведение можно объяснить на физическом уровне: поступило электромагнитное воздействие («увидели») в специфически расположенную группу атомов, и они приходят в соответствующее движение («уклоняемся»). Но это объяснение объясняет не все. Оно не объясняет появления самого этого «кажется». Казаться - это нечто большее, чем простое физическое явление (состояние или процесс). В физике ничто ничему не кажется. А если уж существует явление «казаться», то в той же сфере реальности могут существовать и такие сущности, как «опасность», «осознание» (возможно, отягощенное ошибками) и «осознанные

действия». Сомнительно, чтобы возникновение сферы, в которой что-то «осознается» или хотя бы «кажется», не сопровождается появлением некоторой ее автономности (оторванности от исходной «физической» сферы) и суверенности.

Кроме того, следует добавить, хотя это и проблематично, что, по-видимому, системность вообще не измеряема в обычном (физическом) смысле, а может быть только *понята* (обнаружена) более сложным «прибором», чем неживой физический. Набор «первоначал» образует систему только для себя. Наружу системность не выходит. Так, боль чувствуется системой, но внешние к этой системе образования *этой* боли не чувствуют, извне она не воспринимается как собственно боль. Это согласуется с тем, что боль и возникает при не соответствующих нормам взаимных состояниях ограниченной группы элементов. До других элементов ей дела нет. И мы, живые приборы, чувствуем внешние физические проявления боли у какого-нибудь объекта, но также не чувствуем его боли, а *понимаем*, что эти внешние проявления сопутствуют боли. Между прочим, такое положение есть проявление первичности материального. Боль - сущность идеальная и сама не может переноситься и воздействовать на другое. Но она может быть передана через материальное, с помощью материальных сопровождающих, видом и поведением объекта с болью, и только потом, будучи воспринята материальной основой другой системы, может быть понята также идеальным разумом.

С появлением свободы воли мы как-нибудь справились бы, если бы справились с появлением ощущения. Ощущение - это новое, это отрыв от традиционных физических первоначал, это выделение чего-то главного в *системе*, чего нормальная физика не в состоянии увидеть. Так что, видимо, остается понять появление системности у некоторого сложного набора элементов. Круг замкнулся: пришли к тому, с чего начали.

Итак, возвращаясь к вопросу о сложности объяснения, заключаем, что если объяснение какого-то эффекта или свойства чрезмерно сложно, то это объяснение скорее всего неверно.

### О КРИТЕРИИ ДОПУСТИМОЙ ПРОСТОТЫ МОДЕЛИ

Теперь посмотрим на простые модели. Казалось, следовало бы сформулировать принцип выбора уровня сложности решения симметрично: сложность решения должна соответствовать сложности задачи - не должна быть ни сложнее, ни проще. Однако практически полной симметрии тут нет, как фактически, так и по существу.

Принцип по возможности минимальной сложности решения задачи - это борьба со сложностью. А с простотой нельзя бороться. Как раз наша цель - найти достаточно универсальные, но простые закономерности. Чрезмерная, недопустимая простота обнаруживается не из сравнения со сложностью задачи, а из факта несостоятельности решения, попросту из того, что теория слишком плохо описывает данные. Открытие излишней простоты происходит из сопоставления с практикой, с реальным опытом, в то время как обнаружение излишней сложности - почти без практики, внутри самой задачи, локально. Эта формулировка со ссылкой на локальность, возможно, кажется надуманной. Но ее истинность становится более явственной, если ее высказать другими словами. Несостоятельность чрезмерной простоты выявляется по неадекватности описания опыта, в то время как модели разной степени сложности (некоторой минимальной и более высоких степеней) могут одинаково хорошо описывать данные. Вот из них-то и выбирается простейшее решение, и только здесь есть место для работы специального методологического принципа.

А если решение пока единственное? Остановиться на нем или искать дальше? В задаче оценки состояния частиц в объеме критерием явился большой разрыв в сложности

решения и самой задачи. Возникло впечатление, что ответ должен быть проще, чем найденный, хотя, возможно, потребуется начать более широкий поиск, с какого-то другого конца. Оказалось - с самого начала, с основ.

Выше было сказано о неперспективности введения очень уж простых моделей для описания слишком узких, частных наблюдений. Но хотя такие модельки почти бесполезны, они все же не являются ошибками познания, не выходят за рамки научности и нормального здравого смысла, поскольку описывают то, на что претендуют. Это просто очень мелкие и разрозненные шаги в правильном в целом направлении. Они не углубляются в сущности, то есть в более или менее широкое согласование с другим знанием, а лишь в узкой области формально систематизируют феноменологию. Обычно они не привлекают внимания и быстро забываются, производя только информационный шум. Кроме них возможны и работоспособны в широких пределах относительно простые модели сложных систем, или не претендующие на высокую точность, или не ставящие целью описание в мелких подробностях, а указывающие лишь на некоторые тенденции поведения и общие особенности (таковы, например, статистическая механика и термодинамика или экономические теории). И эти модели (теории) не выходят из разряда научных. Так что предела простоты, вообще-то, нет. Заранее нельзя сказать, какой простоты может достигнуть описание (с некоторой неабсолютной точностью) избранных моментов поведения системы любой сложности.

Этот вывод справедлив, если сложность задачи и ее решения оцениваются без выхода за их собственные конкретные, локальные рамки, если не проводится их оценка извне, на основании всех других, в том числе опытных (экспериментальных) знаний, если задача и решение не подвергаются испытанию согласованием их с другими знаниями. В то же время об излишней сложности решения



можно судить почти сразу, практически без выхода из локальности конкретной задачи, поэтому формулировка принципа оказывается несимметричной.

Использование знаний из областей, в какой-то степени внешних по отношению к данной задаче, может помочь еще до опыта увидеть чрезмерную простоту предлагаемого решения. Так, сплошь да рядом имеют хождение или выдвигаются примитивные модели для объяснения или предсказания весьма сложных явлений и событий. Подчеркнем: не простых результатов, происходящих при усреднении (суммировании) действий многообразных факторов, а именно сложных результатов. За последние годы СМИ нас сильно обогатили такими моделями. Из «естественнонаучной» сферы не приходит в голову ничего более яркого и показательного в отношении несоответствия средств целям, чем астрология.

Только что было сказано, что недопустимая простота выявляется из неработоспособности теории, из того, что она неверно предсказывает события в сфере своей компетенции. Разумеется, по этому критерию астрология совершенно несостоятельна. Анализы степени совпадения астрологических предсказаний с реальными событиями проводились, выводы были самые плачевные для астрологии. Но на широкую публику, особенно гуманитарную или вообще никакую, эти выводы не производили впечатления, тем более что о них почти не сообщалось. Процесс осознания (не)работоспособности модели - не всегда легкое дело. Так, некоторые с ненулевым доверием относятся к астрологии, ссылаясь на то, что какой-то пункт предсказаний для них когда-то совпал, как они считают, с действительностью. Но в случае астрологии вывод о ее состоятельности должен быть основан на статистике, о чем многие имеют смутные представления.

Так вот вывод о несостоятельности теории, в частности астрологии, может быть сделан не только на основании

отрицательных результатов сопоставления предсказаний с конкретными данными, но и на основании более широких знаний, даже без экспериментальной проверки анализируемой теории. В этом и заключается, если можно так выразиться, нелокальность проверки истинности слишком простой теории. На основании других, уже хорошо установленных знаний бывает возможно понять, что данная теория и не может быть сколько-нибудь верной, так что ее можно даже не проверять экспериментально, разве что для смеха.

Астрономы иногда выступали в научно-популярных изданиях против астрологии. Их критика базировалась в основном на том, что положения созвездий на небе со временем меняются, а астрологи ничтоже сумняшеся классифицируют своих львов, раков и овец по данным справочников, зафиксированным для какого-то момента, а то и чуть ли не по клинописным табличкам. Такие доводы правильны, но недостаточны. В принципе на них можно было бы возразить, сказав, что и связь судеб с видимым небом почему-то изменилась соответственно. Астрология ведь не занимается выяснением глубоких причин судеб, а только констатирует факты.

На самом же деле главным, помимо экспериментальной неподтверждаемости, опровержением научности астрологии, т.е. обоснованности ее предсказаний, служит полная, бросающаяся в глаза несообразность малочисленности и неважности факторов, на которые она опирается в своих предсказаниях, тем многообразным и тонким событиям, которые она пытается предсказывать, вроде известной задачки: битва при Каннах произошла в 214 г. до н.э., спрашивается, сколько лет моей бабушке. Множество людей, весело реагирующих на подобные загадки, почти всерьез внимают астрологам. Они не видят, что связь причин и следствий, данных и выводов в этих задачах - одного порядка, т.е. практически отсутствует.

Вообще для правильного решения какой-то задачи требуется учитывать важнейшие факторы и просчитывать траекторию следствий достаточно точно, без потери необходимых подробностей и без внесения погрешностей, заметно снижающих точность решения. Недоучет существенных факторов аналогичен попытке предсказать для какого-то момента времени положение конкретной частицы в сосуде только по его объему и давлению. Уже этого достаточно для опровержения надежности предсказаний. Но даже если все основные факторы включены в исходные данные, но достаточно точный расчет их действия во времени и пространстве не производится, то указать результат практически невозможно. Так, можно знать положения всех частиц в сосуде в какой-то момент, но рассчитать положение интересующей частицы в более или менее удаленный момент практически нельзя из-за необозримой сложности расчетов, неизбежных ошибок в расчетах и нарастания роли этих ошибок с течением времени.

Все перечисленные особенности, препятствующие правильному решению задачи, в самой полной мере присутствуют при астрологических предсказаниях. Объявляется решающим влияние каких-то там созвездий, которые, как известно из астрофизики, действуют на нас не сильнее, чем мыши в подвале соседнего дома и множество других более важных факторов. Объявляется также решающим положение созвездий в давно прошедший момент рождения человека, т.е. фактически взаимное расположение Земли, Солнца и созвездий в то время, без всякого понимания, что за прошедшее время слабое влияние этого фактора совершенно стерлось, погребенное под горой других важных для человека событий вроде, скажем, печальной памяти ГКЧП. Кроме того, очевидно, что ответы для разных людей, хотя бы они и родились под одинаковыми созвездиями, должны быть весьма разнообразными. Следовательно, и конкретные расчеты должны были бы быть

чрезвычайно подробными и точными. Но ничего подобного не делается. Один факт появления астрологических прогнозов типа: февраль благоприятен в финансовом отношении для всего стада «овец», - полностью опровергает астрологию как науку. Нельзя предлагать простые однообразные решения для предсказания разнообразных и прихотливо варьирующихся событий.

Таким образом, манипуляции астрологов в целом слишком просты для решения сложнейшей задачи предсказания реальных событий. Поэтому астрология не может быть верной. Однако эта чрезмерная простота становится видной только после накопления знаний о природе (о силе разных воздействия, об их количестве и об их взаимном переплетении) и о многообразии ответов, которые должны получаться. Из самой же задачи, без знания природных факторов, неясно, простой или сложной должна быть модель предсказания.

Нелишне обратить внимание на то, что вывод о чрезмерности как сложности, так и простоты предлагаемого решения зачастую делается на основании маловероятности осуществления механизма этого решения в реальности. Оценка же вероятности реализации производится на основании всего опыта.

Видим, что при расширении средств оценки сложности задачи и решения вплоть до привлечения критериев из всех известных на данное время областей знания принцип соответствия сложности решения сложности задачи становится симметричным, но почти теряет свое самостоятельное эвристическое значение, так как фактически начинает заменяться принципом взаимной (иерархической) согласованности всех знаний, т.е. критерием правильности решения становится вся человеческая практика в ее историческом развитии. Поэтому критерии типа бритвы Оккама, как и изложенный здесь его вариант, имеют не безграничную область применимости и проверки, а

достаточно локальную (хотя в таких делах резких границ указывать нельзя). Но в таком случае критерий оценки правильности решения по степени соответствия его сложности сложности конкретной задачи оказывается не вполне симметричным.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Арсенин В.А. Методы математической физики и специальные функции. М.: Наука, 1984.
2. Губин В.Б. О совместимости, согласованности и преемственности физических теорий // Философские науки. 1989. Вып. 12. С. 107-112.
3. Губин В.Б. Физические модели и реальность. Проблема согласования термодинамики и механики. Алматы: МГП «Демеу» при изд-ве «Рауан» Министерства печати и массовой информации Республики Казахстан. 1993.
4. Губин В.Б. Энтропия как характеристика управляющих действий // Журнал физической химии. 1980. Т. 54. Вып. 6. С. 1529-1536.
5. Губин В.Б. Прав ли Пригожин? (Согласование термодинамики с механикой и деятельностный механизм формирования объектов) // Философские науки. 1995. Вып. 5-6. С. 140-151.
6. Тит Лукреций Кар. О природе вещей / Пер. с лат. Ф.Петровского. М.: Худ.лит. 1983.
7. Вигнер Е. Вероятность существования самовоспроизводящейся системы // Этюды о симметрии. М.: Мир. 1971. С. 160-169.

## О СОВМЕСТИМОСТИ, СОГЛАСОВАННОСТИ И ПРЕЕМСТВЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ ТЕОРИЙ

Вопрос о связности, непротиворечивости, согласованности теорий и моделей явлений имеет огромное практическое и теоретическое значение. Отрицательное его решение многими западными философами на базе метафизического, недиалектического подхода с очевидным вкладом схоластики при руководстве «принципами» и пренебрежении результатами практики продолжает линию агностицизма. Одним из ярчайших представителей этого подхода является Пол Фейерабенд. Методологическую несостоятельность анализа и аргументов Фейерабенда покажем на конкретном материале, который позволяет увидеть, насколько серьезно им искажается дух естественнонаучного и, в частности, физического исследования (см.: Фейерабенд П. Избранные труды по методологии науки. М., 1986).

1. При оценке и сравнении теорий, при выяснении механизма возникновения теории, предназначенной для описания реальности, Фейерабенд неадекватно отражает фактор практики в порождении на определенном материале соответствующей теории. Никаких характеристик практики он не видит, кроме неисчерпывающего ее характера, который он возводит в абсолют. Из-за абсолютизации ограниченности практики всякое знание у него, по моему мнению {это «мое мнение» добавлено в редакции. — В.Г., примечание 1999 года для электронной версии (на сайте)}, разваливается, всякие положения (утверждения) оказываются сколь уместными, столь же и неуместными. В лучшем случае теории пересекаются лишь в отдельных точках, что не позволяет устанавливать между ними соответствия и говорить вообще о каком-то кумулятивном развитии знания.

Посмотрим на типичное высказывание Фейерабенда. «Хорошо известно (видимо, в ряде трудов об этом написано.—В.Г.)... что теория Ньютона несовместима с законом свободного падения Галилея и с законами Кеплера; что статистическая термодинамика несовместима со вторым законом феноменологической теории; что волновая оптика несовместима с геометрической оптикой и т.д. Заметим, что здесь речь идет о *логической* несовместимости; вполне возможно, что различия в предсказаниях слишком малы для того, чтобы их смог обнаружить эксперимент» (Там же С. 166—167).

Что имеет в виду Фейерабенд, когда, пренебрегая незначительностью расхождения предсказаний теорий, делает упор на логической несовместимости, и что такое логическая несовместимость? Ставя на первое место вопрос о *логической* совместимости, он намеревается сравнивать *сущности*, выражаемые конкретными теориями. Логическая несовместимость у него и означает несовпадение, отсутствие общности сущностей, относящихся к разным теориям.

«Логическая несовместимость» Фейерабенда означает невозможность редукции одной теории к другой, что, разумеется, справедливо. Редукция у него, по существу, имеет традиционный, классический смысл (как, скажем, в случае намерения свести картину к краскам). И довольно основательное и верное доказательство Фейерабендом ее невозможности в разбираемом им вопросе отражает несостоятельность редукционизма вообще. В редукционистской модели, критикуемой Фейерабендом (а в действительности им принятой), параметры, факты, понятия, «значения» теорий разных уровней никак не связаны, что не допускает их сопоставления. К такому совершенно правильному заключению приходит Фейерабенд, и в этом состоит (если правильно понять этот результат) и этим в основном ограничивается ценность его работ. Делаемый же им из этого заключения вывод о необходимости эпистемологического

анархизма находится целиком на совести редукционизма и при проведении редукционистского метода является вполне последовательным и закономерным итогом.

Условие совместимости теорий, требующее прямой, самостоятельной, редукционистской переводимости (т.е. фактически совпадения их понятий, «значений», «сущностей»), должно, очевидно, подразумевать (и естественно в этом предположении), что «сущности» теорий непосредственно отражают соответствующие «сущности» мира (что есть объективизм и метафизика) и что собственные утверждения частных теорий исчерпывают все существенные особенности работы с ними. Тогда теории с различающимися «сущностями» должны относиться (если вообще относятся) к разным сущностям самого мира, и потому они и несопоставимы.

Что может быть общего у теорий, если они разные?! Совершенно объективистски, безотносительно к каким-то оценкам ничего, кроме того, что они просто разные, сказать нельзя. Но связывать совместимость, соответствие и преемственность более и менее общих теорий с требованием их абсолютного совпадения, признавая в то же время неабсолютную точность отражения мира в теориях, по меньшей мере странно. Ввиду конечной адекватности теорий требование их абсолютного совпадения для заключения о совместимости и преемственности является неправомерным и ошибочным, и сама близость теорий и преемственность могут и должны пониматься приближенно.

2. Для ученого-естественника утверждение о некоторой связи и общности, скажем, Галилеева закона падения (с постоянным ускорением) и закона падения, следующего из динамики Ньютона и ослабления силы тяжести с удалением от поверхности Земли (с переменным ускорением), совершенно понятно и вполне приемлемо. Фейерабенд доказывает, что первый закон не следует из второго, так как область постоянства ускорения в



предположении справедливости второго занимает лишь одну точку, а в любой другой результаты этих двух законов не совпадут, почему и свойство постоянства ускорения попросту не может быть обнаружено. Это верно, и одна теория сама не может следовать из другой или породить другую (что и означает невозможность редукции). И никто из ученых-практиков не станет оспаривать формальных результатов абстрактно-точного вывода Фейерабенда. Однако у них определенно возникнет дискомфорт в связи с такой абстрактной постановкой вопроса выявления преемственности. Дело в том, что ученые-естественники всегда по крайней мере неявно учитывают конечную точность анализируемых данных и получаемых в связи с их обработкой выводов. Именно в смысле неразличимости результатов разных теорий при неизбежной конечной точности наблюдений (и сравнений) и понимают ученые принцип соответствия, при этом различию «сущностей», в противоположность Фейерабенду, не придается значения, так как «сущности» теорий отнюдь не считаются точными изображениями «действительных сущностей» мира.

Неабсолютная точность отражения мира в теориях и моделях имеет кардинальное значение для их появления и существования. Теории не существуют сами по себе, а являются своего рода продуктом и средством деятельности. Неточность, присущая конечной практике, с одной стороны, не допускает абсолютного знания, но с другой — со стороны получения удовлетворительного результата — она позволяет [когда она допустима (а допустимость идет от относительной устойчивости ощущения)] удовлетворяться не совершенно точным с бесконечным числом различных по существу аспектов результатом, который был бы практически недостижим, а «попаданием» в некоторую ненулевую область возможных результатов. Неточность, будучи приемлемой хотя бы временно на каком-то этапе, во-первых, позволяет отражать реальные состояния неисчерпаемой сложности

(с бесконечным числом параметров) моделями и теориями конечной сложности (с конечным числом параметров), что при конечной практике вообще создает предпосылки для их создания, и, во-вторых, порождает ненулевую область существования моделей и теорий, так как они могут сохраняться (быть результативными в применениях) и при некотором «шевелении» реальных ситуаций, т.е. быть применимыми не для единственного состояния, а и при изменяющихся (конечно, ограниченно) условиях. Следовательно, неточности, будучи допустимыми, играют конструктивную роль, обеспечивая теориям определенную устойчивость и тем самым возможность существования.

Требование абсолютной точности лишало бы любые теории области существования, делало бы их невозможными. Факты, понятия, значения — реальные, а не абстрактно-схоластические — существуют исключительно в случае деятельности с конечной точностью. Реальные факты не являются исчерпывающими и их точность конечна. Работающие понятия и значения есть обобщения в определенной степени различных ситуаций и отношений к ним. А Фейерабенд же имеет голую абстрактную схему понятий и фактов, точно и исчерпывающим образом отражающих по меньшей мере некоторые стороны ситуации, т.е. понятий и фактов, как бы самих по себе существующих в отображаемом теориями мире. Выставляя критерием совместимости теорий требование точного совпадения их фактических следствий, он по сути предлагает рассматривать факты, которых нет, и значения, за которыми ничто не стоит. Множество объектов, с которыми он предлагает работать, в действительности пусто<sup>1)</sup>.

Хороши бы мы были, если бы вздумали сравнивать теории с реальностью в терминах логической совместимости! Подобно тому, как теорию имеет смысл сравнивать с отражаемой ею реальностью обязательно с учетом области применимости и точности отражения и предсказания, т.е.

с помощью правильно понятого в существенных частях эксперимента, точно так же и менее общую, более грубую теорию необходимо сравнивать с более общей, «истинной» (где первая выступает как некоторое отражение) с учетом определенных условий и точностей, выполняющихся в модельных (теоретических) экспериментах, имитирующих деятельность, в которой порождается и используется более ограниченная теория.

3. Фейерабенд утверждает: по отношению к разным теориям экспериментальные факты важны несопоставимым образом (вообще говоря, отсюда следует, что они и совсем не важны, так как важность познается в сравнении), что естественно при метафизическом представлении: каждая (старая или новая) теория является всеобъемлющей, исчерпывающей, самодостаточной и равноважной во всех своих частях — при представлении, непосредственно следующем из редукционистского подхода с его фактически единственным уровнем.

Строгий редукционизм должен обходиться только одним уровнем, однако это явно не соответствует реальному положению вещей. В действительности существуют не только различные уровни, хотя бы отражаемого и отражения, но и иерархия теорий, представлений, подходов, и это различие со случаем только одного уровня очень важно в вопросе о понимании связи между различными теориями.

Отношение физической науки к реальности не исчерпывается утверждениями частных теорий и не равно им. Над ними стоят метатеории (или метапредставления), указывающие на необходимое отношение к частным теориям с их «сущностями». Насколько важны представления о конечной точности теорий, уже говорилось. Точность непосредственно связана с областью условий, в которой с этой точностью применима теория. Но утверждения частных теорий нередко формулируются как безусловные и по точности, и по кругу применимости, т.е. являются

экстраполяцией. Ее незаконность обычно практически безвредна — или мы пока не вторгаемся в запретную область, или она нам уже известна, и тогда «безусловный» закон не следует там применять. Но тем не менее чистые «сущности» замкнутых частных теорий, анализируемые вне метатеорий,— именно так абстрактно их и рассматривает Фейерабенд — есть экстраполяции, а они, строго говоря, неверны. Абсолютно ли истинно утверждение: ускорение падения постоянно (Галилеев закон падения)? Конечно, нет. Оно условно, приблизительно, а эту приблизительность Фейерабенд как раз и не принимает во внимание и, следовательно, вместо относительных знаний фактически манипулирует ошибками.

При иерархической системе теорий, т.е. при таком общем подходе (парадигме), уровни которого не равноправны, важны в разной степени и влияют друг на друга с разной относительной силой, вполне возможно определенное сопоставление конкретных, специальных теорий с фактами и друг с другом. Дело в том, что значения (смысл) фактов, теории и подтвержденность теорий фактами или их несогласованность осознаются и формулируются на более высоких уровнях, чем проверяемые специальные теории, на уровнях, в большой степени индифферентных по отношению к выбору проверяемых теорий. Это снимает возникающую в одноуровневом редукционистском подходе и фактически анализируемую Фейерабендом принципиальную невозможность отобрать теорию по фактам, невозможность, вызванную тем, что понимание фактов определяется проверяемой же теорией, что замыкает логический круг.

Конечно, и верхние уровни лишь относительно устойчивы, особенно по форме (которая во многих случаях существенна). Одновременно с пониманием относительно слабой зависимости верхних уровней иерархической системы теорий от нижних необходимо уяснить, в каком плане они являются ведущими. Самые верхние определяют общие

принципы: формы существования, отношение субъекта к объекту, принцип причинности, принцип развития, возможность получения объективного знания, критерии объективности, системную связь теорий. Но они не могут и не должны претендовать на излишнюю конкретность указаний: не могут диктовать ни фактов, по которым в конкретных реальных обстоятельствах строятся частные теории, ни конкретного вида получающихся частных теорий, ни конкретных границ их применимости. Игнорирование этого известного положения приводит к чрезвычайно разрушительным последствиям.

В теоретическом плане это положение и объясняет высокую относительную устойчивость верхних уровней системы теорий: раз уж конкретные факты и частные теории не вытекают из общих принципов и требований, то эти общие принципы и требования сохраняются независимо от того, какими оказываются факты в конкретных реальных условиях и какие кривые мы по ним проводим. А сохранение общего, направляющего методы познания ядра и позволяет сравнивать разные теории.

4. Специалисты-физики обычно подразумевают неточность наблюдений как шаг в процессе установления соответствия, непротиворечивости пары теорий, одна из которых является «пределом» другой. Правда, некоторые из них, излишне объективистски настроенные, бывают недовольны «субъективистским» налетом на любимые ими «законы природы». Ссылаясь на то, что физика изучает внешнюю по отношению к субъекту объективную реальность, они утверждают: «...связывание физических законов со свойствами наблюдателя, разумеется, совершенно недопустимо» (Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. М., 1976. С. 47-48). Физика, конечно, изучает объективную реальность, но делает это, преломляя через неидеальные, всегда ограниченные, обусловленные наблюдения, не давая зеркального отражения природы и лишь выявляя некоторые

ее проявления в строго определенных ракурсах, зависящих от постановки и характера наблюдений, вне которых описание недействительно. Обобщение таких проявлений на каждом этапе не может превратить область справедливости какого-то закона в неограниченную, ничем не обусловленную.

Надо подчеркнуть, что при объективистском подходе, когда теории считаются отражающими только внешнюю реальность «как она есть» и никак не связанными с практической деятельностью, в которой в разной степени важны сущности разных уровней, разного рода общности и разного характера, ни иерархической системы теорий и представлений, ни относительной устойчивости и кумулятивности процесса познания нельзя понять: если одна теория верна, то другая (например, прежняя) просто неверна, и все тут.

5. Теперь посмотрим, *как* реально устанавливается соответствие и преемственность теорий в некоторых конкретных случаях.

**О соотношении законов падения с постоянным ускорением и с переменным.** Как может получиться теоретический закон постоянного ускорения падающих тел при том, что «в действительности» ускорение переменное, и какие причины (как мы понимаем) привели Галилея к формулировке закона постоянного ускорения? Пусть ускорение непрерывно меняется с высотой; измерения ускорения производятся с ошибкой, не меньшей некоторой конечной величины; тогда будут существовать ненулевые интервалы высот, внутри которых замеры ускорения будут давать значения, для каждого интервала совпадающие в пределах ошибок. Область наблюдений (разброс высот) не выходит за пределы одного такого интервала высот.

Если теперь учесть соотношение величины изменения ускорения в диапазоне высот, в котором работал Галилей, и точностей измерения ускорения, достижимых 400 лет назад, становится очевидным, что Галилей вполне

однозначно (и это не умаляет его заслуг) был вынужден получить свой закон.

Во-первых, в такой ситуации заключение о постоянстве ускорения не будет противоречить данным наблюдения. Поэтому соответствующий вывод возможен, а для практических приложений, характеризующихся реально достижимой точностью, в области изученных высот вполне удовлетворителен. Эта непротиворечивость, по существу, уже обеспечивает формальное выполнение принципа соответствия.

Во-вторых, разумеется в пределах «коридора ошибок», можно было бы с тем же «теоретическим» успехом взять любой из несчетного множества законов, отличающихся от закона с постоянным ускорением достаточно малыми отклонениями. Абстрактно выбор сделать нельзя. То есть, вообще говоря, из данных наблюдения сам закон не следует, что известно достаточно хорошо. К такому выводу приходит и Фейерабенд, указывая в качестве выхода на свободный перебор «альтернатив». Интересно было бы посмотреть, как он перебирал бы теории из разрешенного континуума, предоставляя им равные права. Решением в таком случае может быть только выбор «на авось» или состояние буриданова осла. Агностики видят в этом неследовании подтверждение своей позиции. Конвенционалисты связывают выбор конкретного вида зависимости с соглашениями рационального характера. В действительности практический выбор «при прочих равных условиях» обязательно осуществляется в связи с важнейшей особенностью практической деятельности: при условии получения результатов одного и того же качества лучше и легче работать проще, чем сложнее, поэтому соответствующая стратегия и реализуется, — и лишь при забвении связи с практикой она может казаться чистым порождением разума.

Поэтому в экспериментальных данных в первую очередь замечаются наименее сложные зависимости, а более сложные учитываются только тогда, когда без них данные не

описываются с нужной точностью. Тут явно усматривается близость к принципу «бритвы Оккама». Таким образом, в «коридоре ошибок» по данным проводится наиболее гладкая (простейшая) из возможных кривая, которая и берется в качестве описывающей факты. У Галилея это константа.

В-третьих, область условий и точностей, в которых на каком-то этапе исследований практически могут быть проведены измерения, всегда ограничена, и закон, «обнаруженный» в этой области, всегда в ней «выполняющийся», не имеющий пределов лишь в силу узости области наблюдений, может и представляться неограниченным и быть экстраполирован на более широкую область или даже на бесконечную, тем более, что при его возникновении он часто выглядит и формулируется как безусловный (дальнейшее развитие знания превращает его из безусловного в условный). Последний из известных, на данном этапе самый глубокий из фундаментальных законов всегда формально выступает как безусловный.

**Переход релятивистской механики (СТО) в механику Ньютона** совершается при одновременном выполнении условия малости скоростей и конечной точности наблюдений. Последнее требование, никогда, по-видимому, не учитываемое в формальных анализах этого перехода, обеспечивает ненулевую область существования нерелятивистской механики. С ослаблением требований на точность эта область, естественно, растет. С увеличением же точности и в части старой, «нерелятивистской», области должны обнаруживаться релятивистские эффекты. Точность связана с *мерой*, определяющей пределы существования качественно определенного проявления эффекта, и методолог обязан явно учитывать конечную точность наблюдений при решении вопроса о согласовании теорий, их объективном содержании и возможных взаимосвязях с пониманием и передачей знаний.



**Волновая оптика переходит в геометрическую** при уменьшении длины волны света и при конечном разрешении изображений. Одно только стремление длины волны к нулю не решает проблемы согласования. Какой бы короткой ни была волна, она все же волной и остается. И в этом смысле геометрическая оптика не является пределом «самой по себе» волновой оптики. При обычном требовании стремления длины волны к нулю имеется в виду, что при любой произвольной, но конечной точности это требование сработает.

**Квантовая механика переходит в классическую** при достаточно большой неточности наблюдений. Одного формального стремления постоянной Планка к нулю недостаточно. Так, дискретный квантовый спектр частицы в яме сам никогда не переходит в непрерывный классический, и лишь конечная точность наблюдений обеспечивает их неразличимость.

Вообще существование предела по какому-то параметру теории гарантирует существование ненулевой околоредельной области, в которой при наблюдении с конечной точностью эффекты общей теории вырождаются в эффекты менее общей теории. Возможность одновременного описания с такой точностью экспериментальных результатов двумя теориями означает их согласование, непротиворечивость и уж по меньшей мере сохранение в более общей теории знания, отраженного старой теорией. В поисках нового знания перебирать альтернативы, конечно, надо, но отнюдь не как равноправные. Знание — это уже свидетельство конца или ограничения возможностей альтернатив определенного рода, что, в частности, выражается принципом соответствия. Необходимо подчеркнуть, что практическую работоспособность этого принципа невозможно отделить от конечной точности наблюдений.

**Классическая термостатика** с аддитивной энтропией формально возникает на базе механики в адиабатическом

пределе, в пределе точечных частиц и в нерелятивистском пределе, которые работают одновременно (причем стремление к адиабатичности должно опережать уменьшение размеров частиц) (см.: Губин В.Б. Энтропия как характеристика управляющих действий // Журн. физ. химии. 1980. Т. 54. Вып. 6). Ненулевая область существования термостатики как всегда практически определяется точностью наблюдений.

**Скрытые параметры в квантовой механике, или теорема Неймана как доказательство логической несовместимости.** Имеются доказательства (типа известной теоремы фон Неймана {и «фон» добавлен в редакции. — В.Г., примечание 1999 года}) невозможности совместить существование скрытых параметров с принципами квантовой механики. Однако в подобных доказательствах всегда либо берут квантовые наблюдаемые в виде функций от скрытых параметров (т.е. как бы безусловно порождающимися скрытыми параметрами), либо требуют соответствия между квантовой и классической логиками (это уже совсем по Фейерабенду). Доказательства не учитывают никакого вклада постороннего «давления» на модельные «первоначала» — скрытые параметры, — порождающего отличный от абсолютного, незеркальный тип наблюдений и, соответственно, отличный от «истинного» тип наблюдаемых явлений, т.е. фактически доказывают опять ту же пресловутую «логическую несовместимость». Но, конечно, сами скрытые параметры не могут порождать квантовых наблюдаемых. Теорема Неймана в действительности доказывает только невозможность чистой редукции квантовой механики к уровню скрытых параметров, что, надо сказать, должно быть и без того ясно из общих соображений.

Не хотелось бы, чтобы это выяснение места теоремы фон Неймана понималось как утверждение о существовании строго детерминистских субквантовых скрытых параметров.

В изложенной методике согласования теорий видны черты так называемого деятельностного подхода. Деятельностный подход и редукционизм — антиподы. Признание решающей роли практики в познании не оставляет редукционизму места, и с появлением диалектико-материалистической теории познания он стал принадлежностью в лучшем случае метафизического, недиалектического материализма. И по трудам Фейерабенда хорошо видно, в какие тупики может завести материалиста редукционистский метод.

*Кандидат физико-математических наук*

*В.Б.ГУБИН*

*Вычислительный центр*

*Университета дружбы*

*народов им. Патриса Лумумбы*

---

<sup>1)</sup> Ю.А.Петров, выясняя формально-логическую «соизмеримость» теорий, полагает, что работает с «содержательными» теориями (см.: Петров Ю.А. Проблема соизмеримости теории // Филос. науки. 1986. № 4). Но, как мне представляется {«как мне представляется» тоже добавлено в редакции. — В.Г, примечание 1999 года }, он по тем же причинам оперирует «бессодержательными» теориями. Дефект заключается в несоответствующем духу физики абсолютно серьезном принятии утверждения частных теорий как полных и исчерпывающих. Но ведь в физике кроме непосредственных «предложений», «имеющих синтаксис и семантику», есть еще и особое отношение к ним: принятие предложений конкретных теории не как всеобъемлющих и абсолютно точных, а как условных и приближенных, чему соответствовало бы условное и приближенное сравнение семантик, когда «нерезкий» взгляд мог бы и не отличить одну от другой. Путать физику с математикой не следует.

## ОБ АНАЛОГИИ МЕЖДУ ТЕРМОДИНАМИКОЙ И КВАНТОВОЙ МЕХАНИКОЙ {ИЛИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ В ДЕЙСТВИИ КАК ПРОЯВЛЕНИЕ НЕТОЧНЫХ КОНТРОЛИРУЮЩИХ ДЕЙСТВИЙ.}

*В.Б.ГУБИН*

### КЛАССИЧЕСКИЙ МЕХАНИЧЕСКИЙ ДЕТЕРМИНИЗМ И КВАНТОМЕХАНИЧЕСКИЙ ИНДЕТЕРМИНИЗМ

За два - два с половиной века господства в науке классической механики - вплоть до двадцатых годов XX века - (но не только из-за механики) ученые привыкли к представлению, что мир однозначен и строго определен. По механике, считавшейся описывающей законы мира, выходило, что все материальные события во всех возможных нюансах непрерывно и однозначно следуют из предшествовавших событий (за исключением особых случаев типа попадания на самое ребро абсолютно идеального многогранника, которые в рассматриваемых в этой статье вопросах не существенны). Математически это означает, во-первых, что механическая система  $N$  материальных точек полностью, исчерпывающим образом характеризуется указанием их координат и импульсов. Если ввести систему координат с  $3N$  осями, на которых откладываются пространственные координаты, и еще  $3N$  осями, на которых откладываются проекции импульсов, - это так называемое фазовое пространство, - то состояние  $N$  частиц в механике полностью указывается одной точкой в этом пространстве. Далее, при заданных взаимодействиях движение частиц изобразится

траекторией (линией) в фазовом пространстве, причем при движении фазовая точка за любое время зачертит нулевой объем. При отсутствии указанных выше особых случаев фазовая траектория однозначно определяется любой своей точкой. То есть в таком случае задание состояния в какой-то момент однозначно определяет все прошлые и будущие состояния.

Наши способности предсказывать события ограничены по разным причинам, но, как указывал еще Лаплас, бесконечно способное существо было бы в состоянии это делать. Главное тут, конечно, в том, что сам мир, который и описывает механика, таков, что в принципе позволяет это сделать, а сам мир это и делает, так как для него нет измерительно-вычислительных трудностей: как выразился Эйнштейн, природа интегрирует («рассчитывает» свое будущее состояние) эмпирически. Сам мир детерминистичен, и классическая механика это свойство, как представлялось, верно отражала. Такой же детерминистичной была и классическая теория электромагнетизма.

В рамках общей картины причинности, в которой, можно сказать, жила классическая физика, трудно, если не невозможно было представить реализацию какой-либо другой связи явлений. Статистическая физика сама по себе несколько не поколебала этой основополагающей картины. Неоднозначность статистических предсказаний и сама вероятность понимались как естественно возникающие лишь в сфере описания (возможных) результатов опытов, проводимых при неполном (неточном) контроле за исходным состоянием и за его развитием. Собственное же поведение самой статистически описываемой системы предполагалась вполне детерминированным. Теория относительности также не внесла в представления о порядке следования событий каких-либо коррективов в сторону индетерминизма.

Эти простые детерминистские представления как бы замыкала и освящала, подводила под них фундаментальное

объяснение-оправдание метафизическая методология. Метафизический взгляд упрощал картину реальности до конечной в отношении ее структуры («первоначал») и до полной исчерпываемости в отношении по крайней мере некоторых существенных сторон отражения.

В свое время Беркли точно подметил принципиальную трудность более или менее реалистичной картины мира при метафизическом материализме. В то время как вещи, объекты и структуры, существующие в мире, предполагались (скорее, неявно) в метафизическом подходе четко очерченными, то есть четко отграниченными от «другого», одновременно существовало также представление о бесконечной делимости материи. Однако, как верно указал Беркли [1], наличие каких-либо строго определенных границ, то есть существование четко выделенных объектов (вещей) при бесконечной делимости материи невозможно. Но раз отдельные объекты, строго говоря, не существуют, что, с другой стороны, вроде бы должно было быть согласно материализму, как его представлял Беркли (и по меньшей мере многие другие), то материализм, по Беркли, несостоятелен. Все вещи, по заключению Беркли, порождаются «духом».

Но, конечно, материализм, но уже диалектический, не требует собственного абсолютного существования отдельных объектов, предметов [2]. Материализм требует собственного существования материи, а не отдельных вещей. Кроме того, в выделении (формировании) наблюдаемых объектов действительно есть вклад субъекта, но первичности материи это не опровергает.

Одновременно собственное несуществование вещей означает и несуществование четких отдельных законов (природы), строго приложимых к вещам, ибо такие законы должны относиться к чему-то четко выделенному. Это означает некоторую приближенность законов и принципов, открываемых конкретными науками.

Указанная дефектность метафизического взгляда на мир и его отражение в представлениях и теориях имеет прямое отношение к проблеме детерминизма мира и характера - детерминистского или случайного (индетерминистского) - физических теорий, описывающих мир.

В отличие от классической механики в квантовой механике предсказания результатов измерения состояния и предсказания будущего состояния системы имеют принципиально вероятностный характер. Отдельные результаты измерения состояния частиц дают определенные значения их координат и импульсов, но повторные измерения при тех же исходных условиях могут обнаруживать другие значения координат и импульсов, так что мы не можем быть точно уверенными, какие же в действительности у частиц имеются координаты и импульсы (или другие пары так называемых канонически сопряженных переменных, например, какой энергией обладает система в такой-то момент времени). Точнее сказать, мы не можем уточнять информацию о координатах и импульсах беспредельно, до фазовой точки, как в классической механике, а только до нижнего предельного объема в фазовом пространстве порядка постоянной Планка  $h$  в степени  $3N$ . В почти повсеместно принятой сейчас интерпретации (копенгагенской) считается, что координаты и импульсы не только нельзя одновременно точно измерить (по отдельности можно), но что они и сами по себе не имеют одновременно определенных значений. Очевидно, последний вывод достаточно логичен и не вносит никаких потерь в познание - при условии, что и никакими другими способами, пока не известными и, возможно, выходящими за рамки средств и методов квантовой механики, нельзя провести точное измерение координат и импульсов. Если квантовая механика замкнута, то она и должна это утверждать. Здесь все согласовано. Но согласовано все-таки условно.

Постоянная Планка имеет размерность действия - деленного на время произведения квадрата длины на массу, как у произведения координаты и импульса или энергии и времени. Произведение неопределенностей в значениях координаты и импульса называют неопределенностью в действии, а соотношение, ограничивающее эту определенность - соотношением неопределенности.

### АНАЛОГИЯ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ СО СКРЫТЫМИ ПАРАМЕТРАМИ С ТЕРМОДИНАМИКОЙ

Как только был открыт вероятностный характер квантовой механики, возник вопрос: существуют ли более глубокие, субквантовые переменные (так называемые скрытые параметры), не имеющие вероятностного характера, точный контроль над которыми позволил бы более однозначно измерять и предсказывать будущее состояние системы.

Первоначально представлялось, что скрытые параметры должны быть в сущности аналогичны механическим параметрам (микропеременным) классических частиц, из которых состоят термодинамические системы, - ведь по данным о макросостоянии нельзя точно предсказывать положения и импульсы отдельных частиц. Однако И.Нейманом было показано [3], что принципы и структура квантовой механики запрещают детерминистские скрытые параметры. Как он сказал, ансамблей без дисперсии не бывает. Это означает, что вероятностный квантовомеханический ансамбль не может быть образован из детерминистских субквантовых «первоначал», скажем - частиц.

Сразу же заметим, что это понимание связи квантовых величин с субквантовыми почти бесспорно должно подразумевать, что ансамбль сам возникает (образуется) из субквантовых объектов и их поведения. Но такой механизм порождения квантовых объектов и квантовых законов по меньшей мере сомнителен, если вообще не явно ошибочен.



В 1972 году А.И.Ахиезер и Р.В.Половин в «Успехах физических наук» [4] опубликовали обзор доказательств невозможности скрытых параметров. И все доводы, которые они привели против скрытых параметров, в существенной части обязательно базируются на предположении, что скрытые параметры сами каким-то образом порождают квантовые наблюдаемые. Они даже записали эту связь в виде формулы: квантовые наблюдаемые есть функции скрытых параметров.

Надо сказать, именно в книге И.Неймана, содержащей, по-видимому, первое доказательство запрета скрытых параметров, при обсуждении аналогии с термодинамической вероятностью имеется подобное - ошибочное - высказывание о связи термодинамических переменных с механическими ([3], стр. 156): «...знание  $2k$  параметров (при  $k$  степенях свободы, здесь  $k=3N$ . - В.Г.) позволило бы описать... поведение причинно, но теория газов использует лишь два: давление и температуру, которые являются определенными, сложными *функциями* (курсив мой. - В.Г.) [правда, в журнале он везде случайно выпал, а здесь сообщение о нем осталось. - *Примечание для электронной версии.* В.Г.] этих  $2k$  параметров.» Но это неправильно. Термодинамическое состояние и термодинамические величины не возникают сами собой при данных состояниях частиц, не порождаются ими, как, скажем, электрическое поле порождается электрическим зарядом, и, соответственно, не являются функциями от микропеременных. Между прочим, никто и никогда, похоже, не удосужился написать такую функцию в явном виде. Любопытно было бы на нее посмотреть. В ней обязательно должно содержаться еще и что-то постороннее по отношению к частицам.

Так вот эта связь макропараметров с микропараметрами и связь квантовых переменных со скрытыми параметрами в виде функции, явно или неявно предполагавшаяся и существенно использовавшаяся в указанных выше трудах, носит название редукционистской. Это примерно как сводить

сущность, смысл картины к свойствам красок. В нормальной философии такая связь между различными уровнями движения или отражения давно отвергнута. Исключение составляют недиалектические школы, стоящие на редукционизме (по-моему, без ясного понимания, на чем стоят [5,2,6]), например, К.Поппер и П.Фейерабенд.

### НЕСОСТОЯТЕЛЬНОСТЬ ЭРГОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА В ОБОСНОВАНИИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ КАК ОТРИЦАНИЕ РЕДУКЦИОНИСТСКИХ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ ЗАПРЕТА СКРЫТЫХ ПАРАМЕТРОВ

Но в методологии физики преимущественное распространения по различным причинам имели как раз редукционистские представления и модели, в частности - из-за старых метафизических традиций физиков (и почти всех других естественников, работавших с неживыми объектами) и из-за трудностей формализации и общей неясности понимания диалектических механизмов связи уровней. Физикам, вооруженным математикой и не очень обремененным научной методологией, особенно лучшим математикам среди физиков, которые стали задавать тон в теоретической физике в связи с ее резкой математизацией в этом веке, легче писать функции и вращаться в рамках редукционизма. Именно по этим причинам только что упомянутые философы имели шумный успех. И чуть ли не единственная, но существенная и весьма эффективная попытка разрешения противоречий в физике в рамках фактически диалектического и, более того, деятельностного подхода, не вполне понятая методологами и к настоящему времени практически забытая, была сделана в начале века М.Смолуховским. В своих исследованиях он разработал непротиворечивое понимание термодинамической необратимости при обратимой механике частиц, из которых составлена термодинамическая система, как впечатление наблюдателя [7,8], как своеобразное (непрямоелинейное) обобщение

результатов, которые он получает при характерных для него подготовительных и наблюдательных действиях.

Теперь перейдем к термодинамике и проверим указанную выше аналогию со скрытыми параметрами в квантовой механике более подробно. Обычно ее усматривают на основании лишь внешних соответствий: 1) наличия пары макро- и микропараметров и 2) вероятностного характера предсказаний результатов измерений как в квантовой механике, так и в статистической механике, в которой (а не в термодинамике, где частицы вообще ненаблюдаемы) увязываются макро- и микроописания. В действительности аналогия шире и распространяется вплоть до наличия в обеих этих областях похожих трудностей со связью уровней описания.

Сходство ситуаций становится более впечатляющим и многозначительным, если обратить внимание на то, что как и проблема скрытых параметров задача обоснования статистической механики и, следовательно, термодинамики остается нерешенной по сию пору в течение вот уже примерно 120-130 лет. Не так все ясно и прекрасно в самой обыкновенной классической физике, как большинство себе это представляет. Правда, знает об этом и осознает важность проблемы очень небольшой процент физиков (а также философов).

Начнем перечислять проблемы не с самого начала, а с открытия в 1913 году Розенталем и Планшерелем невозможности механических эргодических систем [9,10]. Оказалось, что фазовая траектория механической системы при своем движении зачерчивает лишь нулевой объем в фазовом пространстве. Ситуация становится парадоксальной, если вспомнить, что существует определение энтропии как логарифма фазового объема системы, а ведь логарифма от нулевой величины не существует! Но тут еще можно сомневаться в размерах катастрофы, так как можно довольно долго заниматься казуистикой с возможными определениями

и пониманиями энтропии и так называемого фазового ансамбля (или объема): они достаточно мутны и предоставляют богатые возможности для спекуляций. Но и помимо этого странного определения энтропии существует неприятность, которую казуистикой замазать гораздо труднее, так как здесь дело касается вообще обоснования самого метода статистической механики.

Вся статистическая механика идейно, в качестве своего оправдания и объяснения своего процедурного метода основывается на предположении (так называемой эргодической гипотезе), что средние по времени от наблюдаемых величин равны средним от них же по статистическому ансамблю, то есть по фазовому объему, который в статмеханике не равен нулю. Первоначально (возможно, не очень отчетливо) связь микро- и макропараметров мыслилась следующим образом: для конкретной термодинамической системы фазовая точка при движении проходит все точки в некотором ненулевом объеме в фазовом пространстве, а макропараметры наблюдаются как средние от их мгновенных, зависящих от времени значений по довольно большому временному интервалу наблюдения (так, например, давление на стенку понимается как среднее значение за ненулевой интервал). Этот результат, естественно, совпадал бы со средним по статистическому фазовому объему (фазовому ансамблю).

Обратим внимание на то, что при такой эргодической трактовке связи макро- и микросостояний молчаливо предполагается как очевидное и естественное («а как же еще?»), что существуют мгновенные значения макропараметров, автоматически, независимо ни от чего порождающиеся мгновенными значениями микросостояния, и задача заключается лишь в том, чтобы найти усредненные значения макропараметров. Таким образом, эргодический подход является редукционистским.

Заметим дополнительно, что при указанном характере заматания объема фазовой точкой и другие начальные условия должны были бы приводить к заматанию фазовой точкой того же фазового объема, раз уж он один у них всех. Но тогда разница в начальных условиях для данного числа конкретных частиц не имела бы значения. Все средние по времени зависели бы только от «крупных» параметров: от общего количества частиц, от их полной энергии и от объема, в который их поместили. Эти было бы вполне удовлетворительным результатом.

Но если бы оказалось, что ситуация с заматанием обстоит не так, то весь аппарат статмеханики, работающий со средними по ансамблю, повисал бы в воздухе, так как оказывалось бы непонятным, на чем базируется его правильность при том, что основополагающей, исходно правильной предполагается механика.

И вот выяснилось, что никакого такого сплошного заматания фазового объема фазовой траекторией механической системы нет, даже за бесконечное время [9,10,11]. Кривая детерминированного (без дисперсии!) движения не может образовать обычного в статмеханике фазового ансамбля с конечным объемом. Совершенно как у И.Неймана со скрытыми параметрами в квантовой механике: ансамблей без дисперсии не бывает. (Аналогичным образом можно было бы «доказать», что, скажем, смешных картин не бывает, так как краски и холст, из которых состоит картина, сами по себе не обладают свойством смешного и даже не выглядят таковыми.)

Этот результат как-то скорректировать в рамках редукционистской схемы порождении макросостояния самой системой частиц (микросистемой) невозможно. Было предложено заменить требование эргодичности требованием квазиэргодичности - зачерчиванием фазового объема не сплошь, а «всюду плотно», когда траектория заходит в любую окрестность любой точки в этом объеме (следова-

тельно - неограниченное число раз), замечая собой, тем не менее, нулевой объем. Но и это ослабленное требование (а ослабление нельзя оправдать без введения наблюдателя, которого, между прочим, мало кто любит - см. [12,13,14]) бывает трудно обеспечить и, кроме того, с квазиэргодичностью (которую уже давно стали называть эргодичностью - для большего удобства?) есть еще много принципиальных трудностей, из-за чего Р.Балеску сделал вывод о несостоятельности эргодического подхода вообще [15].

Таким образом, получается, что возражение против традиционного представления об обосновании статистической механики и термодинамики столь же весомо и принципиально, как и против скрытых параметров в квантовой механике. Однако по поводу необоснованности термодинамики мало кто беспокоится. Как-то так молча считается, что где-то что-то обеспечивает ее работоспособность. У инженеров вообще здесь нет вопросов, и это правильно [2,16,17]. И Балеску, признав крах эргодического подхода, предложил пока просто пользоваться в статистике средними по ансамблю, отложив обоснование этого алгоритма на будущее [15]. Но может быть что-то как-то подобным же образом обеспечивает и появление квантовой механики при наличии скрытых параметров?

Во всяком случае и статистическая механика, и термодинамика до сих пор довольно благополучно и успешно здравствуют. Значит, действительно есть что-то еще, что при наличии классической микромеханики (конечно, в модели) бесспорно обеспечивает (строго говоря, тоже в модели) их существование по крайней мере в каких-то границах. Но тогда не исключено, что нечто подобное может работать и в связи скрытых параметров с квантовомеханическими наблюдаемыми, и делать окончательный вывод о запрете скрытых параметров пока преждевременно.

Итак, в обоих случаях указанные непреодолимые теоретико-множественные трудности возникают при попыт-

ках установить редукционистскую связь между переменными разных уровней, что отнюдь не должно вызывать удивления, так как несостоятельность редукционистского метода широко известна.

### ДЕЯТЕЛЬНОСТНЫЙ МЕХАНИЗМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИКИ.

Теперь приведем некоторые свидетельства и проявления нередукционистского механизма возникновения термодинамики.

Первое такое существенное проявление отчетливо обнаружилось в виде принятой всеми в те времена разработанной М.Смолуховским интерпретации термодинамической необратимости, то есть второго закона термодинамики в формулировке Клаузиуса. При том, что набор механических частиц, изолированный в замкнутом объеме, ведет себя в соответствии с теоремой Пуанкаре о возвращениях (квази)периодически, наблюдателю, следящему за движением первоначально сильно неравновесной системы (а только такие он обычно может видеть), она представляется необратимо стремящейся к равновесию, так как времена между возвратами состояний чрезвычайно велики по сравнению с временами наблюдения. Другими словами, необратимость вовсе не следует из свойств самой микросистемы, не порождается ими, а возникает в сфере отражения. В действительности (в модели) необратимости нет, то есть в (модельной) природе нет закона монотонного стремления к какому-либо выделенному состоянию. Необратимость возникает только как впечатление и как *практический* закон, практически всегда наблюдаемый у больших систем, если не проводятся какие-то специфические весьма тонкие, в настоящее время неосуществимые действия. Редукции этого впечатления только к свойствам набора частиц, очевидно, нет.

Так же очевидно, что если задействован наблюдатель, а это неизбежно придется делать, то проблема сплошного или всюду плотного зачерчивания фазового объема траекторией заменяется принципиально более легкой и явно выполнимой задачей. Реальный наблюдатель никогда не наблюдает и не требует результата не только с абсолютной точностью (эргодичность), но даже и со сколь угодно малой (квазиэргодичность). Например, проверяя экспериментально распределение частиц по координатам в объеме, мы реально никогда не используем бесконечно малых элементов объема, а часто даже и просто малых. Так, при действительной работе с газом нам не требуется, чтобы давление было непрерывной функцией на стенках объема. В случае давления на поршень в машине вообще не требуется, чтобы давление по нему очень уж хорошо усреднялось, так что ситуация с «зачерчиванием» его поверхности точечными ударами частиц даже более благоприятна, чем того требует реальная практическая необходимость. Поэтому даже относительно слабое требование квазиэргодичности практически оказывается очень даже чрезмерным (хотя вообще требование такого рода, но еще более ослабленное, все-таки является необходимым, иначе у нас даже не возникло бы впечатления ни о каких непрерывных распределениях). Поэтому же трудности с теоретическим получением правильных времен релаксаций не так непреодолимы, как полагал Балеску. Только надо не пробавляться чистыми абстракциями с абсолютно точными наблюдениями и требованиями, а описывать то, что действительно происходит.

А уж как изобразить с помощью дифференциального исчисления работу, проводимую с конечными элементами, - это другой вопрос, связанный с пониманием пределов и принципа соответствия (см. [2], гл. 3 и [5]).

Второе проявление нередукционистского механизма возникновения термодинамического закона можно обнару-



жить при выяснении причины необходимости холодильника для циклической тепловой машины [2,16-19].

При рабочем ходе поршня в тепловой машине частицы, ударяясь об отодвигающийся поршень, теряют часть своей энергии, передавая ее поршню. За счет этого и совершается положительная работа над внешними телами. Но при обратном ходе, если не предпринимать специальных мер, практически та же работа пойдет на вдавливание поршня обратно, то есть на повышение энергии (нагревание) частиц, так что в целом за цикл полезная работа окажется равной нулю. Для получения положительного эффекта часть энергии частиц газа перед обратным ходом можно сбросить в холодильник. Тогда давление уменьшится, и на обратный ход потребуется затратить меньшую работу, чем получена при рабочем ходе. В результате потери части энергии на бесполезную ее передачу холодильнику коэффициент полезного действия (КПД) машины оказывается меньше 100%. Это свойство - второй закон термодинамики - было понято как закон природы. Правда, его согласование с механикой доставило много хлопот, так как обратимость механики, как будто бы противоречащая необратимости термодинамики и, в частности, необходимости холодильника, также есть закон природы, причем явно более первичный.

Из этого затруднения можно выйти, осознав, что механика в принципе позволяет обойтись без холодильника, но не гарантирует, что она сама это обеспечит. Чтобы обойтись без холодильника, надо эту способность механики специально использовать, а не ждать, что сама механика направит движения частиц туда, куда надо нам. Если мы хотим, чтобы на обратный ход поршня пошло меньше работы, то надо предпринимать специальные действия. Например, можно останавливатьдвигающийся поршень перед подлетом к нему частицы, а после удара продолжать движение. Тогда удары о поршень не будут ускорять (разогревать) частицы.

На это иногда возражают, вспоминая демона Максвелла, предназначенного для сортировки частиц, и указывая на трудность или даже невозможность уследить за частицами и быстро и точно среагировать. Но это наши трудности, это мы (возможно, пока) не можем делать. Механика здесь не при чем, это мы по тем или иным причинам не пользуемся возможностями, которые она предоставляет. Результат в конечном счете зависит от того, делаем ли мы это или нет. Механика может допускать это в принципе, но мы этим должны воспользоваться, иначе положительного эффекта все равно не будет. То есть необходимость обращения к холодильнику из самой механики не следует, она есть следствие наших конкретных действий. Редукции 2-го закона к механике нет. Необходимость холодильника не порождается механикой и не является ее функцией.

Итак, свойства частиц, механика позволяют работать без холодильника. Но тот или иной контроль не реализуется сам собой, не порождается частицами с их механикой. А в доказательствах невозможности термодинамики при классической механике дело фактически обстояло так, как будто управляющие действия сами совершаются с той точностью, с какой происходят сами процессы на уровне «первоначал». Ни в каких формулах деятельность по достижению того или иного КПД не отражалась. Так что в доказательствах неявно вносимая точность действий по отношению к преследуемой цели фактически не отличалась от бесконечно точной механической определенности развертывания движения при наличных потенциалах. Необходимость *нашей* деятельности не осознавалась и не учитывалась в теории и методологии, поэтому об управляющих действиях при упомянутых доказательствах вообще никто не думал.

Таким образом, оказывается, что в самой (модельной) природе, которая в своих «первоначалах» механическая,

отсутствует второй закон в формулировке Томсона, требующий холодильника для тепловой машины. Он возникает как отражение результатов специфической, грубой, недостаточно тщательной деятельности с механическими частицами, а не как прямое следствие свойств частиц. Этот закон есть следствие грубого управления частицами, плохого контроля над ними. Ни сам контроль, ни его способ не порождаются самой реальной системой и ее механикой и не являются однозначными функциями состояния частиц (микросистемы). Но в таком случае, если результаты действий, совершаемых над частицами с помощью такого неточного контроля, образуют некоторую систему, то нет оснований считать такую систему (например, термодинамику) прямым следствием одной только механики. Поэтому редукция этого закона и, соответственно, термодинамики к механике с ее свойствами невозможна. Более того, в классической термодинамике, которая вполне замкнута, самодостаточна, частицы вообще оказываются ненаблюдаемыми, как и скрытые параметры в квантовой механике [16,2]. Работает не редукционистский, а деятельностный механизм формирования макроскопического уровня. При деятельностном механизме объекты «надстроечного» уровня формируются двумя факторами: 1) материалом, с которым производится работа, и 2) целью, средствами и способом работы с материалом [2,19]. В редукционистском подходе второй фактор не замечается, и это делает весь подход неработоспособным.

### УГЛУБЛЕНИЕ АНАЛОГИИ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ С ТЕРМОДИНАМИКОЙ:

#### НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ В ДЕЙСТВИИ ПРИ КОНТРОЛЕ НАД ЧАСТИЦАМИ В ТЕРМОДИНАМИКЕ

Аналогия квантовой механики с термодинамикой станет выглядеть еще более глубокой, если посмотреть, чем характеризуется контроль над частицами с помощью термодинамических параметров.

При работе тепловой машины контроль над частицами газа осуществляется с помощью манипулирования объемом и давлением. Предположим, что мы измеряли давление в течение времени  $\Delta t$ . По уравнениям термодинамики для данной системы мы по полученному значению давления можем посчитать энергию частиц. Получится некоторая определенная величина. Но мы, зная, что частицы не занимают всего объема, не можем быть уверены, что они провзаимодействовали со стенкой совершенно равномерно. Измерив давление в течение того же интервала времени в другой раз, мы можем получить другое значение давления. Соответственно энергия, пересчитанная по новому давлению, получится другой. Оказывается, что произведение времени измерения (то есть неточности в указании конкретного момента времени) и разбросов в определяемых значениях энергии есть ненулевая величина  $\Delta E \cdot \Delta t = \Delta$  (в журнале почему-то  $\Delta$  заменилось на скобку. - В.Г.) [16,2]. Во-первых, она имеет размерность действия, как и постоянная Планка. Вот откуда возникает и что означает ненулевой объем термодинамической системы в фазовом пространстве! Во-вторых, она характерна для каждой адиабаты и на ней сохраняется. Выражаясь упрощенно, ее логарифм есть энтропия. В-третьих, эта неопределенность с размерностью действия характеризует не саму реальную систему частиц в объеме, а контроль над ней со стороны макропараметров. (И энтропия оказывается характеристикой неточности контроля над системой в термодинамике, а не свойством системы самой по себе, «как она есть».) Следовательно, в термодинамике контроль над реальной системой характеризуется ненулевой неточностью в действии, как и в квантовой механике. Отличие состоит в том, что в квантовой механике неопределенность в действии - величина универсальная, а в термодинамическом контроле область универсальности сужена до отдельной адиабатической траектории.

Таким образом, аналогия предполагаемой связи квантовой механики со скрытыми параметрами и связи термодинамики с ее механической подоплекой оказывается весьма многообразной и существенной. Сомнительно, чтобы такое сходство было случайным.

При измерениях давления в случае твердых частиц и стенок [16,2] импульс от частиц передается стенкам во время ударов мгновенно. Если бы столкновения были растянутыми во времени с переменной силой, то все равно давления, измеряемые за интервалы времени одинаковой длины  $\Delta t$ , но выбираемые (располагаемые) случайно соответственно отсутствию контроля за временем в термодинамике, оказывались бы разными, и это также приводило бы к характерной неопределенности в действии  $\Delta = \Delta E \cdot \Delta t$ , хотя и уменьшенной соответственно временной зависимости силы удара.

И во всех случаях, когда носитель энергии и импульса контролируется лишь на границах области, большей его собственной локализации, с точки зрения этого контроля он будет выглядеть как характеризующий ненулевой неточностью в действии. Чтобы точнее увидеть собственную, истинную локализацию (как в координатном пространстве, так и в пространстве импульсов) действительных объектов, необходимо выйти из рамок такого «размытого» контроля и перейти к более точному. Если же спектр действий средствами грубого контроля достаточно широк, чтобы получить целую систему характерных эффектов, то может получиться вполне работоспособная замкнутая теория этих эффектов, согласно которой мир будет представляться в виде объектов (среды), по виду, свойствам и поведению существенно отличающихся от действительно существующих. Система термодинамики является тому ярким и вполне ясным примером.

Было бы странно, если бы указанный механизм возникновения неопределенности в действии работал только

в случае термодинамики. И как потенциальный претендент на продукт работы такого механизма напрашивается квантовая механика. Обсуждать квантовую механику с точки зрения ее возникновения в результате пока не понятого неточного контроля побуждает обязательный для науки принцип бритвы Оккама, требующий при интерпретациях обходиться наименьшим количеством средств и, следовательно, пытаться пробовать применить проверенный уже метод всюду, где есть характерные признаки его работы [20].

Фактором, в какой-то мере свидетельствующим в пользу существования скрытых параметров, является так называемая редукция волнового пакета. Она проявляется при измерениях, когда из вероятностного ансамбля возможных значений переменных при измерении реализуется лишь конкретный набор сколь угодно точно (конечно, только теоретически) фиксируемых значений, например, в опытах по прохождению частиц через отверстия в преграде, когда после прохождения отдельная частица регистрируется на экране как маленькое пятно, а не волновая картина, и лишь сглаженная картина множества таких пятен оказывается похожей на картину дифракции волн. Трудно отделаться от впечатления, что какое-то образование вроде частицы лишь вовлекается в некоторый волновой процесс (в «волну-пилот») и путешествует под его управлением, а при регистрации выпадает в «осадок» с пространственной плотностью вероятности, соответствующей ее пребыванию в волне. Может быть, и не стоит отделяться от этого впечатления.

Надо сказать, поражает уверенность, отсутствие сомнений, переходящее в наивность, с которой теоретики на основании пары простейших умозаключений с легковесными предпосылками вполне серьезно берутся запрещать природе нечто, что они сами плохо понимают. Как будто они боятся произнести слова «не знаю». Х.Казимир, чуть ли не единственный, по этому поводу правильно сказал [21]: «...я полагаю, что общее правило состоит в том, что стремясь

доказать теорему о нереализуемости чего-либо, необходимо всегда соблюдать чрезвычайную осторожность. ...хотя подобный анализ общих принципов измерения и вопроса о недопустимости скрытых переменных и т.п. несомненно представляет большую ценность для прояснения самого существа наших идей, я всегда ощущаю известный скептицизм, как только в результате такого анализа возникают предсказания о невозможности существования тех или иных теорий вообще, ибо я всегда опасюсь того, что наш ум недостаточно всеобъемлющ, чтобы точно предвидеть все многообразие мыслимых парадоксальных ситуаций. Конечно, они (ситуации. - В.Г.) не разрушили бы изложенного математического доказательства - они просто стояли бы вне его рамок.»

Именно так. Математические доказательства невозможности скрытых параметров, как чисто редукционистские, следовательно - нереалистические, бесспорно следует отбросить. С таким же успехом строго математически можно доказывать, исходя из законов термодинамики, что термодинамические системы не могут состоять из механических частиц, или что при механических частицах невозможны статмеханика и термодинамика, что и делалось неоднократно [11,22]. При очевидной и проверенной на моделях возможности термодинамики при классических частицах эти доказательства своими отрицательными результатами лишь в очередной раз доказывают несостоятельность редукционизма.

Принимать во внимание следует физические и методологические доводы. Самым весомым возражением против указанного механизма порождения квантовой механики является универсальность квантовомеханической неопределенности в действии. Она одинакова во всех известных (и хорошо понятых) случаях, в то время как в термодинамике неточность в действии на разных адиабатах различна, причина чего, как вполне ясно, проистекает из-за

варьирования условий контроля. Практическое постоянство квантовомеханической неопределенности можно пытаться приписать механизму какого-то взаимодействия, через которое проходит вся наша имеющаяся практика. Но все же ясно, что единственность и неизбежность механизма, вызывающего квантовую неопределенность и, следовательно, ее абсолютную универсальность, доказать невозможно: любой набор опытов ограничен во многих отношениях.

Стандартная интерпретация квантовомеханических волн вероятности как волн именно чистой, без какой-либо субъективной подоплеки, вероятности кажется излишне мистичной. Я думаю, именно по этой причине Эйнштейн не мог примириться со стандартной интерпретацией как с окончательной. Однако построение конкретных моделей скрытых параметров квантовой механики представляется весьма проблематичным, так как новые объекты и взаимодействия должны радикально отличаться от привычных нам, и ничто в экспериментах пока ничего не говорит о них.

### *Литература*

1. Беркли Дж. Сочинения. - М.: Мысль, 1978. С. 191-192.
2. Губин В.Б. Физические модели и реальность. Проблема согласования термодинамики и механики. - Алматы: МГП «Демеу» при изд-ве «Рауан» Министерства печати и массовой информации Республики Казахстан, 1993.
3. Нейман И. Математические основы квантовой механики. - М.: Наука, 1964.
4. Ахиезер А.И., Половин Р.В. Почему невозможно ввести в квантовую механику скрытые параметры? // УФН, 1972. Т. 107. Вып. 2. С. 463-479.



5. Губин В.Б. О совместимости, согласованности и преемственности физических теорий // *Философские науки*, 1989. № 12. С. 107-112.
6. Библер В.С. Что есть философия? // *Вопросы философии*, 1995. № 1. С. 159-183.
7. Смолуховский М. Доступные наблюдению молекулярные явления, противоречащие обычной термодинамике // Эйнштейн А., Смолуховский М. Брауновское [в журнале ошибочно исправлено на «Броуновское». - *Примечание для электронной версии*. В.Г.] движение. - Л.: ОНТИ, 1936. С. 166-198.
8. Смолуховский М. Молекулярно-кинетические исследования по вопросу об обращении термодинамически необратимых процессов и о возврате аномальных состояний // Там же. С. 273-307.
9. Rosenthal A. // *Ann. d. Phys.*, 1913. В. 42, S. 796; 1914. В. 43, S. 894.
10. Planscherel M. // *Ann. d. Phys.*, 1913. В. 42. S. 1061.
11. Крылов Н.С. Работы по обоснованию статистической физики. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950.
12. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. - М.: Наука, 1976. С. 47.
13. Пригожин И. Время, структура и флуктуации // *Успехи физических наук*, 1980. Т. 131. Вып. 2. С. 201.
14. Пригожин И. От существующего к возникающему. - М.: Наука, 1985. С. 33.
15. Балеску Р. Равновесная и неравновесная статистическая механика. Т. 2. - М.: Мир, 1978.
16. Губин В.Б. Энтропия как характеристика управляющих действий // *Журнал физической химии*. 1980. Т. 54. Вып. 6. С. 1529-1536.

17. Губин В.Б. Некоторые требования к правильному разрешению парадоксов Гиббса // Журнал физической химии. 1985. Т. 59. Вып. 2. С. 517-520.
18. Губин В.Б. Прав ли Пригожин? (Согласование термодинамики с механикой и деятельностный механизм формирования объектов) // Философские науки, 1995. Вып. 5-6. С. 140-151.
19. Губин В.Б. О роли деятельности в формировании моделей реальности // Вопросы философии, 1997. № 8. С. 166-174.
20. Губин В.Б. Об одном варианте принципа бритвы Оккама // Философские науки. 1998. Вып. 2. [С. 136-150. - *Добавление в электронную версию. В.Г.*]
21. Казимир Х. // Успехи физических наук, 1970. Т. 101. Вып. 2. С. 328.
22. Власов А.А. Статистические функции распределения. - М.: Наука, 1966.

*Российский университет дружбы народов,  
Центр информационных технологий*

## МАТЕМАТИКА КАК ФОРМАЛИЗОВАННАЯ ИМИТАЦИЯ ЭТАПА СТРУКТУРИРОВАНИЯ МИРА В ОТРАЖЕНИИ СУБЪЕКТА

В.Б.ГУБИН, кандидат физико-математических наук

В [1-5] для анализа соотношения физических теорий разных уровней был применен деятельностный подход. Как представляется, удалось прояснить существенные моменты механизма формирования объектов физических теорий. Объекты и структуры разных уровней формируются 1) материалом первичного уровня и 2) целью, способом и средствами деятельности с ним. Второй фактор, обычно мало замечавшийся в методологических анализах естественных наук, является принципиальным и неизбежным во всех случаях выделения объектов в отражении субъектом реальности. В связи с этим были рассмотрены общие свойства субъекта, причастные к формированию объектов в отражении.

Важнейшая особенность субъекта, позволяющая образовывать в отражении более или менее устойчивые структуры - образы неисчерпаемого и непрерывно меняющегося мира, - относительная устойчивость ощущений. Она приводит к обобщению различных (в определенных пределах) ситуаций, выделяя в них нечто главное с точки зрения целей, потребностей и способов деятельности субъекта, порождая качество. При выходе состояний отражаемой среды за определенные рамки данное состояние ощущения и соответствующее качество исчезают. В результате среда предстает перед субъектом в виде областей различного качества, разделенных границами. Области, выделяемые границами, и есть объекты, которыми оперирует субъект, вырабатывая ответные действия.

Существенно, что необходимость границ возникает в деятельности, где надо принимать решения, а не в простом созерцании, которого - отдельного, самостоятельного - вероятно, вообще нет. Созерцание, по-видимому, можно рассматривать лишь как составной (и сильно идеализированный) элемент деятельности. Можно даже сказать, что само ощущение происходит *для* действий, ибо без иных последствий, кроме самого себя, ощущение было бы чистой и автономной идеей довольства или недовольства (вроде дхарм), для которой не требовалось бы и причины (а также и следствия). В свою очередь действия совершаются ради ощущения и оцениваются как таковые только по отношению к ощущению, так как в противном случае они не были бы *действиями*, а были бы простыми движениями материи, не отличимыми по качеству от любых других. Таким образом, ощущение и действие неразрывны, внутренне связаны. Но в то же время ощущение очевидно имеет и относительную выделенность, самостоятельность. Во всем комплексе деятельности ощущения выполняют свою работу: с помощью них создается картина мира в виде объектов, выделяемых границами. На основании этой картины совершаются ответные действия.

Принятие решения на деятельность, как и выработка ощущения типа "хорошо-плохо" происходит по принципу "да-нет": действовать или не действовать. Средством оценки ситуации для выбора действий и является расстановка границ, формирование объектов в отражении этой ситуации.

Та же относительная устойчивость ощущений дает основание для объединения более или менее однородных объектов в новые объекты - классы объектов.

Что мы получили бы, если бы попытались формально имитировать выработку ощущений? Надо было бы построить модель среды и аппарат (законы, правила), вырабатывающий отношения к ней на основании какой-то меры (или набора мер). На предъявление того или иного состояния среды или

ее части аппарат должен вырабатывать соответствующий отклик. Подчеркнем, что все необходимое должно быть указано достаточно полно и заранее. Таким образом, мы получили бы систему дедуктивного типа: сначала задаются исходные положения, а затем получаются прямые следствия.

Можно заметить [2], что характерные черты и элементы оценочного этапа деятельности напоминают операции, производимые в математике: те же выработка решения (отклика), установление границ на основании некоторой меры, выделение целого, объектов, их перечисление, группирование, объединение в классы и т.д. Все эти операции - порождение и средство деятельности. Поэтому можно полагать, что чистая математика изучает возможности и результаты в принципе произвольной (но формально обусловленной) модельной деятельности по структурированию произвольного модельного материала а также разрабатывает модельные свойства потенциально возможного материала. Последнее производится также в терминах, свойственных деятельности, т.е. с помощью сравнения и учета результатов сравнения, границ, объектов, перечисления объектов, условий и порядка включения объектов в те или иные классы, - поскольку в деятельности свойства материала могут быть указаны только по результатам работы с ним в определенных условиях.

В статье «О "математическом натурализме" Ф.Китчера» В.Я.Перминов писал ([6], с. 35): "Не вызывает сомнений то положение, что исходные математические идеализации связаны с операциями деятельности. Эта точка зрения, как известно, обосновывалась в работах Ж.Пиаже." Интенсивно развивающий это направление Ф.Китчер говорит в статье "Математический натурализм" ([7], с. 24): "Я всегда утверждал, что... проблема может быть разрешена, если мы будем понимать математику как идеализированную науку о человеческих операциях. Предмет математики в конечном итоге - способ, которым человеческое существо

структурирует мир путем или операций грубых, физических, или операций мысленных." Необходимо "понять математику как совокупность отчетов о деятельности идеального субъекта, которому мы приписываем особые возможности структурировать окружающий нас мир."

Надо уточнить, о каких операциях может идти речь. Заметим, что операций "грубых, физических" не бывает без "мысленных". Для самой по себе среды "физические" воздействия (например, то, что мы назвали бы отрубанием ветки топором) ничем не отличаются от онтологических взаимодействий и процессов, в которых не выделены четко ни ветки, ни дерево. В этом смысле "физические" действия не могут создать четких границ, то есть не формируют отдельные вещи сами по себе, если (как почти все мы, вероятно, полагаем) мир с самого начала не составлен из предметов. Некоторые действия классифицируются как "физические" только в сфере идеального, только в отражении субъектом состояний и процессов среды. Таким образом, вся структурирующая деятельность сосредоточена в сфере субъективного, "мысленного".

Разбираемое в настоящей статье понимание математики как идеализированной, "эталонной" (но в то же время, как ниже увидим, в существенной степени ограниченной, усеченной, упрощенной и односторонней - дедуктивного типа) деятельности следует из сопоставления существа коренных операций математики с операциями, производимыми ощущающим и реагирующим субъектом при формировании объектов в его отражении мира. Уже потом, после формирования структур в сфере отражения, наступает этап материальных или идеальных действий, как бы исполнения решения, принятого субъектом. Та или иная результативность этих действий служит критерием степени адекватности выделенных субъектом структур самому отражаемому материалу (причем в действительности неисчерпаемо сложный результат также упрощается, структурируется и

оценивается только в таком виде). Именно система операций этапа предварительного, субъективного структурирования материала и служит основой элементов и принципов математики. Поскольку в [2,4] деятельностный механизм формирования объектов в отражении в какой-то мере разобран, можно попытаться получить некоторые следствия, касающиеся математики.

Деятельность обязательно характеризуется некоторыми необходимыми моментами, среди которых основной - отделение "одного" от "другого" на основе применения некоторой меры при необходимости принятия решения - ощущение имеет не много смысла без ответных действий. Еще один момент - непротиворечивость, что связано с жесткой однозначностью при принятии решения: или "да", или "нет". В деятельности осуществляется абсолютно жесткая связь действия "да - нет" с полученными "данными" "хорошо - плохо". Обстоятельства всегда вызывают определенный отклик. Реальная деятельность происходит с материалом бесконечно сложным, неисчерпаемым по свойствам и связям. Описать реальный неисчерпаемый материал исчерпывающим образом, конечно, нельзя. Однако в реальности отклик "хорошо" или "плохо" - и только один из них - объективно обусловленным образом при воздействии материала на живое вырабатывается обязательно - пока состояния материала (среды) не разрушают субъекта (а такие состояния, как мы знаем, бывают).

Мы не знаем, как конкретно происходит выработка у субъекта того или иного ощущения, упрощение отражения по сравнению с отражаемым, оценка ситуации, но пока существует деятельность, это происходит всегда. Для выработки же отклика в имитационной схеме требуется, во-первых, чтобы все необходимое было определено формально в явном виде. Во-вторых, чтобы подобная однозначная выработка того или иного отклика (решения) происходила в ясной, без сокрытий, причинной формально-логической

схеме тоже всегда, сам "материал", с которым работает аппарат, вырабатывающий отклики, должен быть обозримым, достижимым для аппарата, не превосходить его по сложности (что, как известно из исследований по основаниям математики, обеспечить мудрено). В общем случае материал не может не быть шире, чем тот, на котором отклик вырабатывается, так как условия выработки отклика содержат дополнительные условия, которым весь потенциальный модельный материал не обязан удовлетворять. Это имеет место и в реальности (условие существования субъекта), и в математике. В формальной схеме при одном и том же языке условия, указывающие материал и аппарат выработки отклика на него, более ограничительны, чем условия, указывающие только материал.

Границы и непротиворечивость появляются одновременно. Соответствующая логика, разумеется, двужначная: или по одну сторону границы, или по другую, третьего не может быть. Принципы деятельности, связанные с применением меры, установлением границ, отнесением состояний по ту или иную сторону границы и т.д., едины для всего живого, не зависят от конкретного мира, в котором находится субъект. По этой причине и математика - сама по себе - в разных мирах одна и та же. В связи с разными условиями, опытом и историей в этих мирах неизбежно будут разными общий уровень математических разработок и области интереса, но математики разных миров в принципе смогут понять друг друга. Более того, и предыдущее отсюда следует, вся математика потенциально однозначно определена, т.е. как бы вся уже существует в потенции: для любого вида модельного материала и каждого способа работы с ним верный результат не зависит от конкретного математика, который "только" обнаруживает его в математическом мире.

Ясно также, что при математической имитации деятельности возникает именно формальная логика, а не



диалектическая, работающая с неисчерпаемым материалом. Для получения определенного результата в модельной имитации деятельности необходима полная определенность имитационной схемы - замкнутость системы свойств материала и способов действия, чтобы критерий выбора решения срабатывал четко причинным образом. Поэтому в идеале у модельной среды не должно быть состояний, безразличных для критерия, на которые он просто не реагирует. Следовательно, в идеале математики, к которому стремились, требуя полной замкнутости и непротиворечивости схем, ни о какой неисчерпаемости свойств среды, превосходящей мощь критерия, не может быть речи. Причина принципиальных трудностей при построении некоторых разделов математики (например, дифференцирования) заключалась в попытках слишком узкими формальными средствами ("логически") оперировать с не вполне поддающимся им, в каком-то смысле неисчерпаемым материалом. Напрасны надежды разработать универсальный аппарат, способный однозначно обрабатывать любые предъявляемые ему объекты, хотя бы и определимые в данной схеме. В формальной схеме невозможно решить, есть бог или нет, что раньше, курица или яйцо, или кто виноват, правительство или избравший его народ. Можно сказать, для формальной логики пресловутое третье - это диалектика, выясняющая различные степени важности разных причин и связей. В физике различные утверждения, объяснения и доводы имеют различные степени надежности. В математике же теоремы по степени точности не различаются.

Итак, выработка реакции ощущающего организма на состояние среды определена (даже если мы не знаем, как конкретно это происходит). Именно по такому типу механизма прямой выработки отклика строится математическая теория (но не работа математика, развивающая математику): дано что-то; указано, как на "это" реагировать; дальнейшее состоит в получении следствий. Можно варьировать

заданные обстоятельства, правила реагирования на них и варианты вопросов, но сам характер задачи остается неизменным. Именно на построение таких дедуктивных систем - есть то-то, действует так-то, получайте возможные в таких условиях ответы - направлена математическая работа.

Эти системы есть аналог основанного на ощущениях механизма упорядочения, оформления, структурирования материала в отражении его субъектом. Но они не только аналог. В действительности они есть развитие способностей субъекта к субъективному структурированию и оценке материала. Они приготавливаются для пользователя как инструмент для выработки оснований для действий.

То, что они формальны и дедуктивны, не позволяет им работать с реальным, неисчерпаемым миром самостоятельно. Требуется, чтобы материал для их применения поставлялся другими, диалектическими науками, например, физикой. Это науки, способные строить частные, конечные модели мира, с которыми уже могут работать формальные методы. Науки, изучающие природу, что в ней и как есть, разумеется, не могут быть дедуктивными.

Так же, как на первоначальном уровне объекты в отражении мира выделяются границами, устанавливаемыми с помощью непосредственного ощущения, на более высоком - добавляются обыденные знания и навыки, на еще более высоком и развитом - научном - структурирующая роль все больше переходит к искусственному аппарату: наукам о природе совместно с математикой. В целом соединение математики и наук о природе есть своеобразный усилитель (продолжение) организменного аппарата выработки у субъекта оценочного отклика на состояние среды - так же, как орудия труда есть продолжение и развитие руки.

Итак, математика разрабатывает принципы и результаты деятельности по формированию объектов вообще, как бы вырабатывая заготовки для описания в принципе возможной формирующей, структурирующей

деятельности реального субъекта и ее результатов, и в этом заключается один из источников ее универсальности. Уместные применения математики для "не совсем той" деятельности на "не совсем том" материале возможны, поскольку в связи с относительной устойчивостью ощущений приемлемы не абсолютно точные результаты деятельности, т.е. и результаты применений математики в практической деятельности. Это второй источник универсальности математики. Если бы в приложениях требовался абсолютно точный результат, то математика (как и вся структурирующая деятельность субъекта) не только не оказывалась бы универсальной, но и вообще никогда не была бы чему-либо адекватной и полезной, исключая случай абсолютно точной естественной модели (описывающей тогда всю реальность вместе со всеми "начальными условиями") и соответствующей исчерпывающей математики, что, разумеется, нереально. Именно в верном отражении общих аспектов деятельности, в удовлетворительности приближенных результатов, а также в общей, так сказать, причинности материального мира и заключается (не вполне, конечно, понимаемый) источник "непостижимой эффективности математики в естественных науках" [8]. Приложения математики, имитирующей определенные этапы деятельности и предсказывающей на моделях некоторые ее результаты, успешны в той же мере, в какой может быть успешной сама деятельность. Если кто-нибудь понимает, почему мы уверены, что, ударяя молотком, мы можем забить гвоздь, он может считать, что отсюда очень недалеко и до понимания причин эффективности математики.

Таким образом, проясняется отношение математики к реальности. По этому вопросу существуют разные мнения. Одни считают математику чистым порождением ума, не связанным происхождением и сущностью с реальным внешним миром. Другие полагают, что она отражает реальные связи, существующие в нем. Дискуссии, ведущиеся

на таком уровне, бесплодны. И те, и другие и правы, и неправы. Само возникновение таких полярных позиций свидетельствует о вкладе в порождение математики как объективной реальности, так и субъективного фактора, что и отражается в появлении этих позиций при абсолютизации того или иного вклада. Правда, обычно сторонники одного из этих взглядов чувствуют также весомость противоположного, но дальше этого дело не идет.

Кажущаяся безотносительность математики к любой реальности - "математика сама по себе" - связана с тем, что комбинирование различных исходных положений и действий с ними в математической работе действительно весьма произвольно и формально попросту постулируется - вопрос о том, существуют ли подобные положения и связи в реальном мире, выходит за рамки математики и в ней не рассматривается. В принципе она может не выбирать в качестве материала что-либо из наблюдаемого, а работать с чем-то вымышленным, мифическим - от этого она не перестанет быть математикой. Но хотя в этом плане математика и не имеет обязательного прямого отношения ко "внешней" реальности, сами принципы, по которым она работает, порождены реально существующими принципами деятельности, реальностью отношений субъекта с предметом его работы, и в этом смысле математика отражает объективное. Она отражает не принципы "чистого мышления", будь таковое возможно, а принципы выработки реакции субъекта на обстоятельства материального бытия.

С другой стороны, в результате метафизической абсолютизации первого из указанных в начале статьи факторов, порождающих объект, широко распространен объективистский взгляд на объекты, а именно - отождествление объекта, выделяемого деятельностью на данном материале, с самим этим материалом. Это, по крайней мере неявное, представление о зеркальности отражения отбрасывает моменты, связанные с деятельностью

и ее субъективным аспектом, и тем самым все связи, возникающие между объектами и классифицируемые математикой, приписывает только объективному, реально существующему во внешнем по отношению к субъекту мире. Бытовавшие прежде ссылки на реальность в доводах за или против неевклидовой геометрии основывались на неверном понимании предмета математики, на непонимании исходной модельной произвольности анализируемых материала и процессов, на совершенной необязательности отражения в математических построениях реальных, действительных свойств внешнего мира.

Против изложенной здесь критики "реалистического" представления о математике может возникнуть возражение типа следующего. Как же математика не отражает непосредственно внешнего мира, не вытекает из его свойств и не "обогащается" им, а только изучает следствия применения специфических принципов деятельности к модельному материалу, если, например, она успешно применяется к описанию движения тел или, скажем, колебательных процессов? Где у колебаний струны, вызываемых ее упругостью, деятельность субъекта?

Но, во-первых, в данном выше схематичном определении сути предмета математики не отвергается возможность работы в ней с материалом, характер которого подсказан наблюдениями. Во-вторых, непосредственный итог наблюдения не есть зеркальное отражение реальностей внешнего мира, а есть только некоторым образом вырезанный и приглаженный аспект этих реальностей, без вырезания и приглаживания сам по себе, самостоятельно четко выделенный, не существующий. Никакой строгой периодичности колебаний, какую мы видим у математической струны, в природе нет. Просто так из внешнего мира математика (как и формальная логика) ничего не берет. Что же касается способности математики предсказывать разумные результаты, например, при

интерполяции, то причина этой успешности, как сказано выше, зарыта там же, где и воспроизводимость забивания гвоздя - ведь ударяем мы каждый раз, строго говоря, по-разному и при разных обстоятельствах.

И физика пользуется математикой - более или менее широкой и согласованной системой типичных для деятельности структур, операций и выводов - именно постольку, поскольку сама получает свои данные в деятельности и должна (только так и может) их выразить в ее (деятельности) терминах. Соответственно, и оправдание объективистского понимания физических законов ссылками на возможность или необходимость их выражения на языке вневременной и абсолютной математики несостоятельно и ложно.

Ввиду того, что математика изучает результаты произвольной деятельности, ограничиваясь лишь использованием характерных для деятельности принципов отделения одного от другого, непротиворечивости, той или иной определенности результата, не возникает собственно математических предпочтений ни развитию аппарата на базе теории множеств, ни "конструктивистским" построениям, и т.д. Выбор таких схем должен производиться извне математики в основном, видимо, по удобству, мощности и эффективности схемы в соответствующей сфере приложений - желательно с предварительным анализом адекватности схемы реальному состоянию дел.

Следует подчеркнуть существенное отличие математики от наук о природе. Формальное постулирование в математике исходных принципов, положений и свойств объектов на языке деятельности может приводить к определенным результатам при некоторой конечности свойств материала: постулируемые свойства должны быть такими, чтобы их можно было указать согласно некоторому правилу. Во всяком случае конечность материала в каком-то роде должна быть, иначе результат формальным и замкнутым образом не получится. Но тогда материал, с которым работает

математика, не может быть аналогом неисчерпаемой реальности, с которой работает, скажем, физика. Аналогом этого материала могут быть объекты, структуры физики, уже выделенные ею (не зеркально) из неисчерпаемой реальности, т.е. конечные, могущие быть заданными (описанными) объекты. Своими средствами математика не способна получить для себя материал из внешнего мира. Физика же, работая неформально, это делает, что частенько озадачивает и раздражает "строгих" математиков. Но при этом она не может делать выводов без риска ошибиться. Физика может ошибаться, но способна получать полезный результат и продвигаться вперед в обстоятельствах, непосильных для безошибочной математики (так же соотносятся диалектическая и формальная логики). Никакой этап подлинного физического изучения мира никогда не начинается с отбора полного набора аксиом. Никакой набор аксиом не может охватить свойств мира, а без этого формальные выводы результатов невозможны. И даже уже завершенная, замкнутая модель, частная физическая теория, изложенная по типу аксиоматической теории, нуждается в метатеории, нестрогой (диалектически, проблематично) указывающей место этой физической модели в общей картине мира.

Вследствие привычки к такой практике физики довольно часто не удосуживаются представить результаты своих работ в замкнутом виде даже когда это возможно, а уж при изложении пути к этим результатам лишь молчаливо подразумевают (если вообще осознают) наличие решающих неформальных шагов в своих действиях. Под неформальным шагом здесь понимается не такой, который потенциально существует в данной системе, но из данного пункта плохо виден и о котором надо было догадаться, чтобы продвинуться в решении задачи - догадываться надо и в математике, - а такой, необходимость которого нельзя формально обосновать ни априори, ни апостериори. Ведь нельзя строго логически доказать, что какая-то физическая

теория верна или наилучшая из возможных. Ее уместность, помимо удовлетворительного объяснения конкретных экспериментов, проверяется согласованием со всем другим физическим знанием, встраиванием в это знание и его развитием, что, кстати, также не может быть строго формально показано [3,4]. Все физические теории и сама система знаний о реальности в большей или меньшей степени, но неизбежно носят налет гипотез *ad hoc*. Будучи предназначенными для описания реальности, они не могут быть абсолютно подтверждены как из-за ограниченности практики, так и по причине своей конечности и ограниченной адекватности. В математике же любая конкретная система имеет право на автономность и самостоятельную, абсолютную ценность.

Получение правильного результата в дедуктивной и индуктивной системах деятельности можно сопоставить соответственно с выработкой реакции ощущения и выработкой представлений о причине данной реакции. Для выработки того или иного состояния ощущения ума не надо, оно и так выработается. При этом рассуждать и возвращаться к началу для критического пересмотра не требуется. Это прямая задача. В ней решение прямо следует из данных условий. Выработка же верного представления о причине реакции - это обратная задача, которую формальным прослеживанием событий вспять решить в общем случае невозможно. Некоторые авторы, например, Фейерабенд, даже пытались формально доказывать, что рост объективного содержания в знаниях о природе невозможен. Не требуется особого ума, чтобы произвольно отдернуть руку от огня. А вот научиться действовать так, чтобы не приходилось это делать постоянно, без соображения невозможно.

Таким образом, в идеале математика из в некотором смысле конечного и обозримого получает конечное формальным образом, а физика (как и все другие науки о природе) конечное получает из закономерного, причинно



обусловленного, но бесконечного и формально необозримого, обязательно совершая и неформальные шаги. Не лишено оснований опасение, что чрезмерное стремление к аксиоматизации курсов физики способно создать у изучающих ее превратное о ней представление как о разделе математики и воспрепятствовать достаточному развитию у них физической интуиции и совершенно необходимой для физика (по большому счету) способности находить плодотворные неформальные решения. "Математики имеют дело только со структурой рассуждений, и им в сущности безразлично, о чем они говорят. ... Другими словами, математик готовит абстрактные доказательства, которыми вы можете воспользоваться, приписав реальному миру некоторый набор аксиом. Физик же не должен забывать о значении своих фраз. Это очень важная обязанность, которой склонны пренебрегать люди, пришедшие в физику из математики. Физика - не математика, а математика - не физика. ... в физике вы должны понимать связь слов с реальным миром." Так говорил Фейнман [9].

Автор настоящей заметки ориентируется в основаниях математики значительно менее уверенно, чем в физике, поэтому высказанные здесь (и в [2,4]) доводы и положения носят отчасти предположительный характер и выдвигаются как предложения для обсуждения, хотя интерпретация математики как некоторой формальной имитации системы принципов и операций структурирующей деятельности субъекта представляется явно справедливой.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Губин В.Б. Энтропия как характеристика управляющих действий // Журнал физической химии, 1980. Т. 54. В. 6. С. 1529-1536.
- [2] Губин В.Б. О "деятельностном" механизме выделения формы объектов. - Деп. ВИНТИ 3340-B88, 1988 г. 44 с.

- [3] Губин В.Б. О совместимости, согласованности и преемственности физических теорий // Философские науки, 1989. № 12. С. 107-112.
- [4] Губин В.Б. Физические модели и реальность. Проблема согласования термодинамики и механики. Алматы: МГП "Демеу" при изд-ве "Рауан" Министерства печати и массовой информации Республики Казахстан, 1993 г.
- [5] Губин В.Б. Прав ли Пригожин? (Согласование термодинамики с механикой и деятельностный механизм формирования объектов) // Философские науки, 1995. № 5-6. С. 140-151.
- [6] Перминов В.Я. О "математическом натурализме" Ф.Китчера // Методологический анализ оснований математики. М.: Наука, 1988. С. 32-36.
- [7] Китчер Ф. Математический натурализм // Там же, с. 5-32.
- [8] Вигнер Е. Непостижимая эффективность математики в естественных науках // Этюды о симметрии. М.: Мир, 1971.
- [9] Фейнман Р. Характер физических законов. М.: Мир, 1968. С. 55-56.

Российский университет дружбы народов

## О СВЯЗИ СТИЛЕЙ МАТЕМАТИЧЕСКОГО И ФИЗИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ С ПРИРОДОЙ ЗАДАЧ МАТЕМАТИКИ И ФИЗИКИ

В.Б.Губин

{Специфический математический стиль мышления, который по разным поводам частенько поминают как с похвалой, так и с раздражением, стиль, радикально отличающийся от, скажем, физического стиля мышления, действительно существует. Его аналоги заметно проявляются и в самых обычных рассуждениях о реальности. Однако в то время как в математике он, по-видимому, практически адекватен решаемым проблемам, примененный к реальности как в обыденной практике, так и в естественных и общественных науках он оказывается совершенно неуместным и не приводит и не может приводить к успеху. Влияние мышления подобного типа на характер обоснований и доказательность различных предложений и оценок в общественной области в последние годы просто удручает.

Для иллюстрации расскажу о том, как бывает в реальности. В моем окружении в течение многих лет в основном были физики и математики. Среди нас, как обычно, перманентно шли дискуссии по самым разнообразным проблемам, часто не связанным с наукой. И вот, бывало, говоришь с новым человеком и обнаруживаешь, что в его доводах и рассуждениях проглядывает некая абстрактность и логичность, как в учебниках по логике: полагание (постулирование), что в реальности должно быть нечто простое и фиксированное; ограничение, без каких-либо видимых

оснований, одним набором фактов, получение выводов только в связи с ними и полный неучет других, непонимание того, что в пользу взаимно противоположных заключений в реальности можно набирать любое количество фактов и, следовательно, отдельные примеры - еще не основание для выводов, нужна организующая и направляющая идея; непонимание зависимости оценок от времени, а также обескураживающее отсутствие сомнений. Сориентировавшись, спрашиваешь: «Ты математик?». Во всех случаях ответ был: «Да.» Очевидно, что при отсутствии более широкого и общего взгляда математические занятия накладывают на весь стиль мышления свой специфический неизгладимый отпечаток - неспособность рационально оперировать в бесконечно сложном и изменяющемся мире.}

Известна история о том, как Шерлок Холмс и доктор Ватсон, летевшие однажды на аэростате и опустившиеся в незнакомом месте, спросили прохожего, где они находятся, на что получили ответ: «Вы находитесь в корзине аэростата.» Холмс заметил: «Ватсон! Это математик: его ответ абсолютно точен и абсолютно бесполезен.» В чем же заключается эта математичность? Говоря кратко - в чистой формалистичности и в *неразумии*. {Этот} математик действует строго по сформулированному вопросу, не задумываясь над тем, что людям {в корзине аэростата} и без него известно, что они находятся в корзине аэростата. Человек с нормальным здравым смыслом сообразил бы, что им надо узнать что-то другое, и они спрашивают{, выражаясь приблизительно ввиду невозможности это сделать совершенно точно, но} в надежде на понимание. А чистый математик в своих хорошо поставленных задачах не прибегает и не имеет права прибегать к сведениям другим, чем сообщены при постановке задачи, не может использовать сведений из других сфер.

Так что же такое математика и чем методически она отличается от других наук - тех, которые изучают мир?

## I. {ВВЕДЕНИЕ

В [1-3] изложено представление о математике как о формализованной имитации этапа структурирования мира в его отражении субъектом.}

По-видимому, единственной принципиальной гранью, отделяющей живое от неживого, является наличие или отсутствие ощущения типа «хорошо-плохо». Ощущение {вырабатывает} - отклик в ответ на воздействия среды. Существенно, что ощущение обладает некоторой конечной (не нулевой и не бесконечной) устойчивостью. Еще Лукреций писал, что мы не различаем лапок комара по отдельности. Эта неабсолютная чувствительность приводит не к абсолютно точному и полному, не к зеркальному отражению, а к некоторому (неизоморфным) образом преобразованному, хотя, конечно, зависящему и от отражаемого, то есть содержащему вклад и объективного. Мелкие, не важные в данном отношении особенности или изменения отражаемого материала до определенного предела не замечаются. Но с накоплением тех или иных свойств возникает момент, когда воздействующая среда начинает восприниматься по-другому, и в отражении одно качество заменяется другим. В результате среда в отражении представляется разделенной на зоны, имеющие различные свойства, так что воздействующий мир предстает перед субъектом в виде набора объектов, разделенных границами, даже если в реальном материале никаких резких границ не было [1,2,4]. Повторная и/или по-другому направленная оценка среды или уже выделенных (отграниченных, сформированных) объектов также в связи с относительной устойчивостью ощущения может оценивать разные выделенные отражением объекты как одинаковые по каким-то свойствам, относя их к разным классам. Таким образом, в отражении происходит установление границ в представленном материале, выделение объектов, объединение их в

классы, их перебор, комбинирование и конструирование из них новых объектов. Последние процедуры осуществляются, конечно, на более высоком субъективном уровне, чем простое ощущение.

Отметим, что выработка состояния ощущения происходит в порядке, подобном выработке решения в дедуктивной схеме - как в так называемой прямой задаче: имеется аппарат {выработки отклика}, ему предъявляются данные, он вырабатывает на них отклик. На самом простом уровне основанием для ответных действий является ощущение. В более общем плане основанием для действий является оценка состояния (оценочное решение), вырабатываемое как с помощью ощущений, так и с помощью более интеллектуальных процедур, включающих комбинирование новых объектов из некоторых исходных.

Заметим, что целенаправленное действие (и вообще действие, а не физическое взаимодействие, происходящее без наличия цели просто по законам причинности) не определимо и не существует без выработки оценки состояния, на которое следует реагировать. Что-то может происходить на физическом уровне в соответствии с реальным состоянием всего материала, но это нельзя будет назвать действием (деятельностью), это было бы необоснованным и недопустимым удвоением понятия (элементарного) взаимодействия. {В таком случае} наличие действия означает обязательность завершения оценки. Внешне это выглядит так, что оценивающей системе предъявили материал, и она выдала результат оценки - подобно ответу на прямую задачу в дедуктивной системе. Процесс оценки будет выглядеть происходящим по типу прямой задачи как в случае ощущения, так и в случае более общей и сложной, чем простое ощущение, выработки оценки состояния. Вот эту-то конечную, завершенную внешность и имитирует математика.

Итак, субъект, взаимодействуя с миром, специфическим образом оценивает его и в связи с этой оценкой, опираясь на нее, реагирует. В физическом плане, как мы обычно это представляем, он воздействует на материал. Естественным средством для этого является рука (говоря условно). Искусственным продолжением и усилением руки является орудие (труда). А что может служить орудием, средством, способным продолжать, усиливать, делать более точной, изощренной и мощной оценивающую способность ощущения, преобразующего мир в отражение, которое и служит основой для выбора «физических» действий? Совместно с науками о природе, выделяющими объекты, частью комплекса таких средств является математика, в которой имеются операции: выработка решения (отклика на представленный материал), установление границ на основании некоторой меры (аналога относительной устойчивости ощущения) или системы мер, выделение целого, объектов, их перечисление (упорядоченный перебор), группирование, объединение в классы, комбинирование. Простым и наглядным аналогом процедуры выработки ощущения (и более «продвинутой» оценки) является известный в программировании условный оператор *if*. По сути на его применении построена процедура выработки решения в математике. В общем операции математики напоминают элементы и процедуры оценочного этапа, на котором субъект основывает свои действия, реально воздействующие на среду или на свое положение в ней.

## II

Однако между выработкой ощущения (или, в более широком плане, выработкой оценки состояния для принятия решения на действие) и выработкой отклика в математике имеется принципиальное отличие. Ощущение вырабатывается всегда, даже при том, что предъявляемые состояния мира ({пусть даже} его части) неисчерпаемо сложны. Чрезмерная

сложность как-то снимается вплоть до выработки {одного из состояний всего лишь} двузначной оценки, например «хорошо-плохо». Мы не знаем, как это делается, но это факт. Если же мы захотим создать искусственную (на языке, бумаге или компьютере) имитацию процедуры выработки ощущения (или {вообще} выработки оценки), то мы должны описать аппарат, вырабатывающий отклик, то есть установить некоторые правила, по которым получается оценка предъявляемого материала (отклик на входные данные). В таком случае схема выработки отклика получается чисто формально-логической. Это первое. Во-вторых, для обязательной выработки отклика необходимо, чтобы предъявляемый материал (входные данные) был вполне обозрим для комплекса оценивающих правил, не превосходил по сложности (по мощности) возможности анализирующей схемы. Поэтому этот материал не может быть вполне аналогичен бесконечно сложному миру, реально предстоящему субъекту. У субъекта ощущение вырабатывается на любое состояние среды (если не считать гибельных для самого субъекта), а в математике для данной дедуктивной системы отклик может вырабатываться не на все ей предъявляемое, а только на некоторым образом ограниченное множество входных данных. Это относится к проблеме возможности построения «полных» схем. В таком подходе источник и смысл невозможности непротиворечивой полноты совершенно ясны. Поэтому же сама математика в принципе не может работать с реальным бесконечно сложным материалом. Обозримый материал для ее работы, в случае, если она касается реальности, предоставляют науки о природе, выделяющие в ней объекты и связи между ними, возможно, сформулированные в математических терминах. Сама математика непосредственно с природой не имеет дела и не может иметь.

Каков мир математики? Можно сказать, что вся математика существует идеально в потенции. Ее образует



множество всех возможных формально допустимых дедуктивных схем. «Потенциальная» математика одинакова для всех миров, так как зависит только от принципов выработки отклика, единых для всего живого, от свойств и процедур незеркального, относительно устойчивого отражения, а не от тех или иных материальных обстоятельств. Она принципиально отличается от наук о реальности, в том числе общественных наук, по целям, средствам и методам, критериям и материалу. Нет оснований включать математику в разряд естественных наук. Для примера сопоставим математику с физикой. Под математикой будем понимать чистую, а не прикладную {математику}. Под физикой - исследовательскую, познавательную, а не рутинную расчетную работу физика по уже известным законам и вводимым условиям и данным.

### III

{Будучи порожденной} как система или набор формальных имитаций выработки оценки состояния вообще, математика становится относительно самостоятельной, и сама по себе, конечно, не знает о своей полезной {приложимости}. Но с более широкой, чем ее собственная, точки зрения строящаяся, развивающаяся математика как раз как бы и делает заготовки таких алгоритмов для процедур оценки состояния, которые вообще, абстрактно, в принципе могли бы понадобиться. Именно об этом писал Фейнман: «Математики имеют дело только со структурой рассуждений, и им в сущности безразлично, о чем они говорят. ...Другими словами, математик готовит абстрактные доказательства, которыми вы можете воспользоваться, приписав реальному миру некоторый набор аксиом» [5].

Какие алгоритмы и какой материал в действительности потребуются в некотором случае, определяет не математика, а конкретные науки о реальности. Скажем, физика находит законы природы. Сформулированные на

математическом языке, они представляют собой некоторые правила работы с объектами, выбирающие класс алгоритмов выработки отклика на тот или иной предъявляемый материал при условии, что он также описан на математическом языке.

{Задача} физики - определить необходимый алгоритм (в том числе и пределы экстраполяции). Задача математики - выработка отклика согласно этому алгоритму. {Последняя задача - так называемая прямая, а первая - обратная.} Это соответствует тому, что выработка ощущения - прямая задача, которую можно имитировать чисто формальными процедурами, а выяснение того, как вырабатывается ощущение данного типа, - задача обратная, для решения которой формальных процедур недостаточно. {Так вот} физика занимается обратными задачами, а математика - прямыми. В этом их принципиальное различие, порождающее разницу в {их} методах, приемах и логике.

Можно все же подумать, что задачи математики и физики подобны: математика строит дедуктивные системы (алгоритмы), и физика в конечном счете тоже строит дедуктивные системы законов и правил их применения (причем по крайней мере отчасти - на языке математических процедур), передавая их затем для расчетов математике. Но в то время как математика просто строит дедуктивные системы без требования какого-либо соответствия их чему-либо помимо выполнения некоторых формальных правил, физика строит (выбирает) дедуктивные системы, которые обязаны соответствовать чему-то внешнему и притом бесконечно сложному. В этом пункте и возникает «обратность» задачи физики.

#### IV

Из-за очевидной возможности неограниченного наращивания правил, условий и обстоятельств выводов потенциальная математика бесконечна, но, если будет позволено так выразиться, счетно-бесконечна в отличие как от

реального мира, так и от того, который мог бы быть представлен физическими моделями{: по аналогичной терминологии они представляются в виде несчетного множества}. Работа «чистого» математика заключается в поиске и открытии частей этой потенциальной математики, а предельная цель {работы} - открыть ее всю, что, разумеется, недостижимо из-за ее бесконечности (хотя и счетной). И в математике, и в физике конечная цель и реальное направление движения - приблизиться к идеалу. В математике - к исчерпанию всей «потенциальной» математики, возможно, к созданию теории, не менее мощной, чем она есть в целом, из которой (теории) при определенных условиях следовали бы как частные случаи более ограниченные теории. В физике - к абсолютной истине, к точному описанию первоначал, причем теория должна быть в состоянии получать более частные, более ограниченные и обусловленные и менее точные теории.

## V

{НЕЗАВИСИМОСТЬ МАТЕМАТИКИ ОТ РЕАЛЬНОСТЕЙ.} Цель математики в плане объекта исследования - не познание материального {или общественного} мира, а построение дедуктивных схем - как бы аппаратов, имитирующих выработку ощущения на некотором материале: даны такие-то правила - предъявляйте материал (данные), получите ответ. Эти формально-логические дедуктивные схемы (модели) допустимо строить совершенно независимо от свойств и обстоятельств реального мира - от того, сложный он или простой, знаем мы его или не знаем, в нашем мире работает математик или где-то в другой галактике с другими реалиями и даже с другими законами (если говорить упрощенно). Ни сами схемы, ни их место в «потенциальной» математике не изменятся от какого-либо открытия, скажем, в области химии или биологии. От подобных открытий или очередных задач конкретных наук

может зависеть только область приложений усилий математиков и, соответственно, исторический приоритет тех или иных математических схем. Разумеется, зависимость «математики вообще» от реального мира имеется, но только в том отношении, что он обеспечивает возможность существования математики принципиальной возможностью ощущения и комбинирования операций и обрабатываемых ситуаций. На этом связь чистой математики с реальным миром прекращается.

Открывает ли математика что-либо, какие-либо объекты в реальном мире? Если {бы это было} так, то это относилось бы ко всем конструкциям, которые в ней строятся, так как у нас нет собственно математических основания отличать одни ее конструкции от других по какому-то сущностному качеству. Но очевидно, что в математике возможны и разрешены конструкции, которым ничто во внешнем мире не может соответствовать. Эти конструкции могут быть получены комбинированием уже разрешенных математических объектов. Аналогом таких конструкций, которым в мире ничто реально не соответствует, могут служить древнегреческие мифические кентавры или средневековые химеры или религиозные конструкции. Они формировались по принципу: а почему бы нет? Бывает туловище коня? Бывает. Бывает человеческая голова? Бывает. Почему бы не быть их соединению? Формально-логических запретов на это нет. В математике (а также в мысленных конструкциях-комбинациях) возможны конструкции, не осуществимые в действительности, в материале. Но тогда вследствие равнодозволенности конструкций в самой математике и невозможности указать соответствие хотя бы некоторых из них реальным объектам все конструкции должны быть отнесены только к предполагаемым, а не к описывающим реально существующие в мире объекты. Открывать то, что существует в мире, - не дело самой по себе математики. Она может помочь в этой работе только с

помощью данных конкретных наук, которые как раз говорят, какие конструкции, хотя бы приближенно, реальны.

## VI

{ЧТО МОЖНО ОТКРЫВАТЬ В МАТЕМАТИКЕ? В математике} какую дедуктивную (конечно, формально правильную) систему ни введи - все годится, все допустимо, все есть в «потенциальной» математике. В ней есть все, что можно сконструировать, если сконструировано по правилам. {В математике нет непосредственной цели построить нечто, в той или иной степени соответствующее имеющемуся в «потенциальной» математике.} В ней цель - просто строить и строить дедуктивные системы, желательно новые и более мощные и общие. Для определения правильности предложенной схемы не производится сравнение с «потенциальной» математикой (как физической модели с реальным миром): при построении по правилам эта цель выполняется автоматически. {Во всяком случае, при построении какой-либо схемы над математиком не висит требование сделать ее соответствующей какой-то общей истине, содержащейся в «потенциальной» математике: если построение соответствует тому, что требуется математику, то этого достаточно.} Математик {как бы} не открывает свой мир, а сам строит его: все, что построит правильным образом, то и существует в этом мире. Открытие заключается в правильном построении.

{ЧТО МОЖНО ОТКРЫВАТЬ В ФИЗИКЕ?} А если бы кто вздумал предложить физическую теорию на основании только того, что она сама по себе внутренне непротиворечива, но не потому, что она более или менее точно описывает происходящее в мире, то это была бы не физическая теория, а нечто другое, к физике и вообще к познанию реальности отношение не имеющее. Требуется только то, что в каком-то смысле близко к природе. В физике приходится действительно открывать. В физике можно открывать только то, что хотя бы приближенно есть в мире (хотя и с вариантами,

зависящими от приближений и обстоятельств и их широты). Необходимость сравнения с чем-то превращает задачу в обратную. Необходимость близости к природе превращает задачу физики в обратную задачу (или набор таковых).

## VII

{ФОРМАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ТЕОРИИ В МАТЕМАТИКЕ.} В процессе конструирования математиком аксиоматики дедуктивной системы с желательными характеристиками, как и всегда при поисках нового и неизвестного, возможны и действительно присутствуют элементы обратной задачи, когда надо догадываться, а не формально находить, как сделать требуемое. Однако по сравнению с физической работой дело упрощается тем, что, во-первых, по меньшей мере значительная часть поисков совершается простым перебором ограниченного числа возможных конструкций и комбинаций, а во-вторых, и это главное - правильность, уместность и результативность выбора или интуитивной находки может быть строго проверена формальными методами.

В математике все придуманные предложения можно проверить прямым, формальным образом. То есть правильность сконструированной системы можно проверить чисто формально. Так как формальной логике нет дела до реального мира и наличия в нем каких-либо объектов и сущностей, то ясно, что математика не обязана описывать объекты и связи реального мира.

{ДИАЛЕКТИЧЕСКАЯ ПРОВЕРКА ФИЗИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ. А} в физике никогда нельзя быть абсолютно уверенным, правильно ли некоторое объяснение или все же по существу более правильно другое, например, несколько более сложное и пока не замечаемое. Скажем, что вернее: термодинамика как свойство систем или как систематика результатов некоторой деятельности с механическими элементами. На этот вопрос можно ответить не по формальной логике, а по диалектической - учитывая все другое знание,

согласованность с ним и т.п., да и то всегда в какой-то мере не окончательно.

### VIII

{ОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ВЫВОДОВ В МАТЕМАТИКЕ.} В математике никогда не стоит вопрос о точности теоремы, ее приближенности, а также о том, когда следует остановиться в доказательстве теоремы, когда можно поставить точку. Любое окончательное доказательство должно достигаться за конечное число шагов.

{НЕВОЗМОЖНОСТЬ АБСОЛЮТНОЙ ОПРЕДЕЛЕННОСТИ ОТВЕТА В ФИЗИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАНИИ. А} в физике подобные вопросы {совершенно} кардинальны и ни из каких формальных правил, ни из какой формальной логики ответы на них не следуют - ни о том, на каком решении остановиться, ни о том, какой степенью полноты доказательства следует удовлетвориться.

### IX

{НЕФОРМАЛЬНЫЕ ШАГИ В НАХОЖДЕНИИ И ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ.} В обратной задаче прикладной математики при неоднозначности решения необходимо ввести критерий отбора решения из каких-то внешних оснований, не математических, формально {ниоткуда} не выводимых, вырабатываемых на основе неформальных шагов и в конечном счете волевых, полагаемых предпочтительными. Так и в физике объяснительная модель (модель реальности) строится с вкладом неформальных шагов.

### X

{ДИАЛЕКТИЧЕСКАЯ ЛОГИКА В ПРОВЕРКЕ ПРАВИЛЬНОСТИ ФИЗИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ.} В прямой задаче действует формальная логика. В обратной же задаче физического познания также действует логика, но не формальная, а диалектическая. Это та логика, которая, по

словам Гегеля, представляет собой «существенное содержание всех иных знаний». Реально это означает, что физическая модель, предлагаемая для объяснения (или описания) мира или его части, должна быть согласована со всем другим знанием, известным из исследований, проводившихся до сих пор во всех областях (науках), причем с пониманием, возникающим из рассмотрения исторического хода познания. Например, если по такому критерию проанализировать степень встроенности астрологии в имеющиеся научные знания, степень согласованности ее с ними и историческое «развитие» ее основ и связей с другими науками, то окажется, что она не согласуется с требованиями научности и, следовательно, не отражает реальности, ошибочна, ненаучна. Однако это сравнение с другим, уже имеющимся знанием не обязано проводиться только в одну сторону, «в одни ворота», только из требования непротиворечия нового не измененному старому. Дело в том, что новое открытие может скорректировать прежние представления, более или менее перетряхнуть их. Это не только допустимо, но при крупных, фундаментальных открытиях неизбежно. Но тогда {правильно} понимать согласованность надо с учетом этого возможного изменения старых представлений. В конечном счете требуется, чтобы весь комплекс нового совместно со скорректированным старым стал взаимно согласованным. При этом будет соблюдена как возможность изменения, роста, развития знания, так и его преемственность. Это и есть движение познания по {пресловутой} диалектической спирали.

Такое непрерывное согласовывающее «прокручивание» от старого к новому и от нового к старому и ко всему остальному знанию происходит как в познании в целом, так (в большей или меньшей степени) и в конкретной познавательной деятельности отдельного физика при отборе и проверке предложений и гипотез, выдвигаемых им (перед собой) при построении моделей явлений.



Уже только ввиду практической невозможности провести анализ всей этой согласованности формально, не говоря уж о невозможности следить при этом за существом дела, так как не все знания формализованы, вывод о возможности или невозможности согласовать новое открытие со старыми знаниями всегда будет получаться с существенным вкладом интуиции. Так верная интуиция оказывается неформализованным экстрактом всех других {наилучших и} согласованных знаний.

## XI

Привычка математического мышления строить чисто формально-логические системы, пользуясь конечным арсеналом средств и без требования проверять модель на какую-то адекватность и согласованность с посторонними требованиями - ведь формально непротиворечивая система сама по себе правильна, - эта гипертрофированная привычка, некритически примененная к рассуждениям о реальности, обычно приводит к ложным, нереалистическим выводам. При такой методике, во-первых, «логическое» построение начинается с чрезвычайно примитивных и обрывочных постулатов, весьма слабо связанных с положениями и выводами соответствующей науки и даже с обычным здравым смыслом и преувеличивающих значение отдельных частных особенностей и фактов. Во-вторых, раз уж выводы получены логично, то не возникает сомнений в их правильности, а посему ни исходное, ни логика, ни выводы не анализируются на предмет их соответствия реальности, тем более что факты можно подобрать в соответствии с выводами, да и степень соответствия всегда может быть объявлена удовлетворительной. Если же реальность все же пытается сопротивляться - то тем хуже для нее.

Подобной опасности подвергается и физика при вторжении в нее исследователей и рецензентов с гипертрофированно-математическим инструментарием. Фейнман

указывал: «Физик... не должен забывать о значении своих фраз. Это очень важная обязанность, которой склонны пренебрегать люди, пришедшие в физику из математики» [5]. Это так называемые лучшие математики среди физиков. В последние десятилетия подобных специалистов с преимущественно математическим уклоном особенно много оказалось среди экономистов.

Очевидно, правильные методы познания других естественных и общественных наук, имеющих целью со своих сторон и своими средствами наиболее объективно отразить реальность, имеют немало общего с методами познания физики, которые более основательно разработаны и на примере которых можно многому поучиться. Особо хотелось бы отметить, что то же самое относится к журналистам, которые должны бы уметь соразмерять весомость различных фактов, факторов и явлений, но зачастую отнюдь не выказывают такой способности даже, бывает, при субъективной заинтересованности в истине. Много уже говорилось о желательности и необходимости повышать уровень гуманитарных знаний у специалистов естественного и технического профиля, что, конечно, правильно. Однако в совершенно такой же степени необходимо говорить и о желательности знакомства гуманитариев с естественнонаучными знаниями, их историей и методологией для лучшего ориентирования в сложной реальности.

Заметим в заключение, что принципиальное отличие задачи математики от задачи физики (и других наук о реальности) отчетливо и существенно разводит математические и физические критерии и идеалы научности (ср. с [6]) при сближении физических с общими идеалами и критериями научности при изучении реального мира. И это сближение таково, что даже философия подобно бесспорно научной физике оказывается научной в той степени, в какой и поскольку в ней научными методами систематически изучаются вопросы о том, что и в каком смысле существует в

мире и как мы это познаем, {а не высказываются, к примеру, пожелания к природе (см. дискуссию о том, наука или не наука философия, в журнале «Философские науки» в 1989 г., начиная с № 6).}

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Губин В.Б. О «деятельностном» механизме выделения формы объектов. - Деп. ВИНТИ 3340-В88, 1988 г., 44 с.
- [2] Губин В.Б. Физические модели и реальность. Проблема согласования термодинамики и механики. Алматы, 1993.
- [3] Губин В.Б. Математика как формализованная имитация этапа структурирования мира в отражении субъекта // Философские науки. 1996. Вып. 1-4. С. 196-206.
- [4] Губин В.Б. О роли деятельности в формировании моделей реальности // Вопросы философии. 1997. № 8. С. 166-174.
- [5] Фейнман Р. Характер физических законов. М., 1968. С. 55.
- [6] Кезин А.В. Научность: эталоны, идеалы, критерии. М., 1985.

## ОБ ОТНОШЕНИИ МАТЕМАТИКИ К РЕАЛЬНОСТИ

В.Б.Губин

Российский университет дружбы народов

### *О субъективном порождении границ*

Автор настоящей заметки пришел к «математической» тематике вполне неожиданно: как к некоторому следствию результатов, полученных при исследованиях в двух других направлениях.

Одно из них заключалось в попытке разобраться в проблеме обоснования термодинамики и статистической механики. В этой проблеме есть две фундаментальных трудности. Одна связана с непосредственной (фактически - объективистской и редукционистской) несовместимостью детерминизма и вероятности, с разницей размерностей фазовой траектории (и тем более фазовой точки) и фазового объема. Вторая - с невозможностью (опять же объективистской и редукционистской) согласовать термодинамическую необратимость с обратимостью механики. Обе эти трудности проявляются при введении и изучении характера и поведения классической термодинамической величины - энтропии. На ее примере поясню упомянутые трудности.

Для традиционного определения энтропии следовало в первую очередь определить степень неравновесности распределения частиц (скажем, по объему), то есть как-то обоснованно ввести функцию распределения, чтобы оценить вероятность состояния. Замечу, что в некоторых курсах статмеханики текст неожиданно чуть ли не прямо начинается с предложения: «Возьмем распределение...» Однако оказыва-

ется, что какого-то объективно выделенного, преимущественного разбиения области на части не существует, поэтому, строго, формально говоря, энтропия системы механических частиц в объеме никаким естественным образом, чисто объективно не определима. Вообще говоря, эта трудность давно известна. О ней написано, например, даже в популярной книжке Б.В.Гнеденко и А.Я.Хинчина [1], но в учебниках для вузов и в подавляющей массе курсов для специалистов о ней не упоминают. Явно многие авторы, хорошие прикладники и преподаватели, о ней просто не задумывались и уж во всяком случае не придают ей принципиального значения. Так что в учебниках вероятность состояния традиционно иллюстрируют картинкой объема, разбитого пополам, с небольшим числом частиц в одной части и с большим в другом, простодушно не подозревая субъективной обусловленности выбора такого разбиения из несчетного множества других абстрактно возможных, которые привели бы, естественно, к другим оценкам состояния. Это первый субъективный момент структурирования отражения состояния. Без этого шага, без вмешательства субъективного ни о термодинамическом состоянии и ни о каком ином, отличном от механического (предполагаемого исходным в модели), не могло быть и речи. Более пристальный анализ показал, что в действительности разбиения определяются (и задача о вероятности обнаружения того или иного распределения частиц ставится однозначно) в каждом случае конкретными действиями субъекта (например, реальным введением перегородок), причем эти действия очень просты и грубы по сравнению, скажем, с большинством абстрактно возможных и, кроме того, весьма единообразны у одного субъекта и у разных, что создает впечатление естественности, единственности и объективности разбиения.

Но пусть некоторое разбиение выбрано и более или менее интуитивно приемлемая оценка значения энтропии

системы задана, определена. И пусть теперь в начале процесса состояние явно неравновесно по обычным представлениям, например - есть выделенный сгусток частиц. Термодинамика вслед за обычным опытом утверждает, что этот сгусток рассосется, и в дальнейшем навсегда установится равновесное состояние. Однако механическая природа системы не допускает этой необратимости. Теорема Пуанкаре о возвращении даже указывает время, за которое система по крайней мере один раз вернется к исходному состоянию с заданной точностью. В итоге получается, что на том уровне, на котором существует механика, термодинамика не получается, отсутствует.

Как разъяснил М.Смолуховский [2] в начале XX века, термодинамическая необратимость есть не объективная вещь, не закон природы самой по себе (без субъекта), а впечатление субъекта, который не может наблюдать очень долго и попросту не может дожидаться чрезвычайно редкого возврата заметно неравновесного состояния (а возвращения мелких отклонений легко наблюдаются в микроскоп). Это объяснение - правильное. Таким образом, есть и второй субъективный момент структурирования реальности (в данном случае - мера временного поведения систем), в результате которого перед субъектом возникает специфический образ реальности (необратимая термодинамика), сам собой не следующий из субстрата системы, не порождаемый им.

Итак, получается, что термодинамическая система не возникает сама, а выделяется некоторыми действиями, ограничениями и предпочтениями субъекта. Субъект в соответствии со своими свойствами и обстоятельствами бытия набрасывает сеть окон, через которые видит мир, и мир предстает перед ним в виде объектов, которых в формально-строгом виде нет (хотя они и зависят от материала, который отражают, на котором строятся). Так, реально происходят отдельные удары частиц о стенки, а не действует какое-то постоянное, размазанное по поверхности

объема давление, но тем не менее оказывается возможным в некоторых рамках представить, изобразить мир как термодинамический, да так убедительно, что многие о нем так и думают на самом деле.

Во всяком случае, объект появляется в отражении после некоторого действия по его выделению, по структурированию - не физическому, не реальному, а как бы навязываемому материалу в процессе его отражения. [3]

Добавлю, что обязательным моментом, необходимым для существования и работоспособности подобной схемы выделения объектов, структур и теорий является существенное, принципиальное присутствие в каком-то пункте некоторой допустимой (приемлемой для субъекта(ов)) неточности, обеспечивающей выделенному объекту в меру определенную устойчивость. Не слишком большие различия в обстоятельствах или действиях или неадекватности отражения не приводят к кардинальной практической несостоятельности (неработоспособности) картины, принятой в качестве руководства к действию. Хотя подобную неточность явно или неявно постоянно имеют в виду, подразумевают при рассмотрении адекватности теорий, однако все же ее методологическое значение недооценивалось, и она не входила явно во многие методологические схемы. Например, без учета допустимой неточности работы теории не может работать принцип соответствия - что как раз и показывал П.Фейерабенд, фактически требовавший полного совпадения теорий для возможности вообще их сопоставления. Однако в формулировках принципа соответствия этот момент отсутствует. Именно в связи с этим до сих пор не преодолены трудности получения классической механики как предела квантовой при  $\hbar \rightarrow 0$  (ведь, к примеру, дискретный спектр допустимых состояний частицы в яме ни при каком сколь угодно малом значении  $\hbar$  не становится непрерывным).

Источник и основание допустимости этой неточности выявился с другой стороны - из анализа некоторых

принципиальных черт наблюдателя, чего мы сейчас кратко коснемся.

Итак, вторым направлением была попытка разобраться с критериями живого. Получилось, что принципиальной гранью, разделяющей все сущее на две непересекающиеся части, является наличие или отсутствие ощущения (отношения) по меньшей мере типа «хорошо-плохо». Работа аппарата ощущения как формальная, так и по результатам, представляет особый интерес.

В модели мира с неисчерпаемой и бесконечно делимой материей никаких самостоятельных границ и, следовательно, самостоятельных, четко выделенных объектов нет (на чем и основывал Беркли свое отрицание материализма, как будто материализм требует существования материи в форме предметов!). Именно ощущение, порождающее импульс к деятельности и в свою очередь давление на себя деятельности, нуждающейся в указаниях ощущения, приводят к неизбежной выработке какого-то из относительно немногочисленных состояний ощущения. В некотором смысле каждое из них соответствует (вырабатывается в ответ) целому множеству состояний отражаемого материала, так что отклик - ощущение - оказывается относительно устойчивым, и лишь при переходе через некоторую меру сменяется другим. Вот замечательные слова Лессинга по этому поводу: «В природе все тесно связано одно с другим, все перекрещивается, чередуется, преобразуется одно в другое. Но в силу такого беспредельного разнообразия она представляет собою только зрелище для беспредельного духа (т.е. только бесконечно способное существо могло бы в ней разобраться. - В.Г.). Чтобы существа ограниченные (это, конечно, мы. - В.Г.) могли наслаждаться ею, они должны обладать способностью предписывать ей известные границы, которых у нее нет, способностью абстрагировать и направлять свое внимание по собственному усмотрению. Эту способность мы пользуемся во все моменты нашей



жизни; без нее наша жизнь была бы немыслима; из-за бесконечного разнообразия ощущений мы бы ничего не ощущали. Мы непрестанно были бы жертвою минутных впечатлений, мы бы грезили, не зная, о чем грезим.» [4]

В конечном счете на ощущениях строится в отражении картина мира с относительно устойчивыми областями, разделенными границами - даже когда резких границ в отражаемом нет. Ввиду относительной устойчивости ощущения объекты и теории, возникающие в отражении, никогда точно не описывающие реальности, все же могут быть приемлемыми в некотором круге условий и обстоятельств.

В итоге две указанные сферы вопросов - о выделении объектов субъектом в отражении и об основных особенностях выработки ощущения - сблизилась, прояснив механизм возникновения образов мира в отражении в виде объектов и теорий и обеспечив обоснование существования теорий. Основным фактором, толчком, источником структурирования мира в отражении оказалась процедура выработки ощущения.

### *Математика как формализация структурирующей деятельности отражения*

А теперь зададимся вопросом: какая наука или отрасль науки явилась бы формальным изображением или имитацией действия (работы) ощущения?

Посмотрим на порядок и форму действия ощущения. Имеется некоторое распределение материала, воздействующего на аппарат выработки того или иного состояния ощущения. По иному можно сказать, что аппарат применяется к данному материалу. Ощущение вырабатывает отклики разного качества в зависимости от материала и самого аппарата выработки отклика. Оглядывание материала приводит к представлению, что материал разделен на области (объекты) с некоторыми границами.

По каким основаниям и законам аппарат вырабатывает то или иное состояние ощущения, мы не знаем, но вырабатывается оно всегда, пока субъект функционирует в своем главном, существенном качестве. Если бы мы захотели имитировать выработку ощущения, то нам пришлось бы задать правила выработки отклика (включая меру или набор их) и предоставить материал для упорядочения и оценки. То есть формальной имитацией выработки ощущения явилась бы схема применения системы правил получения того или иного отклика на заданный материал (среду). Эта схема действия есть дедуктивная схема. По способу действий и по сути подразделения оцениваемого материала на классы с соответствующими границами она соответствует математике.

Вообще существуют два вида возможных формализаций (или формальных имитаций) деятельности, связанной с ощущением.

Наличие ощущения бессмысленно без действий, причинно следующих за тем или иным его состоянием. С другой стороны, без ощущения, являющегося некоторым отношением, отличным от простого точного «физического» воздействия, сама деятельность лишена смысла, отличного от простой и непосредственной физической реакции в ответ на физическое воздействие. Без этого нового уровня, без сферы субъективного отношения ничего кроме «физических» взаимодействий не было бы. Деятельности нет без ощущения, как и ощущения без деятельности. И вот весь этот комплекс получения оценки состояния и причинно следующей за ней деятельности в зависимости от оценки может быть формализован, формально имитирован двумя связанными системами: алгоритмом причинно обоснованного вывода следствий (действий) - формальной логикой, и алгоритмом оценки состояния, разграничивающей материал для заинтересованного оперирования им - математикой.

Характерные черты и элементы оценочного этапа деятельности напоминают операции, производимые в

математике: те же выработка решения (отклика), установление границ на основании некоторой меры (которой нет в формальной логике!), выделение целого, объектов, их перечисление, группирование, объединение в классы и т.д. Все эти операции - порождение и средство деятельности. Поэтому можно полагать, что чистая математика изучает возможности и результаты в принципе произвольной (но формально обусловленной) модельной деятельности по структурированию произвольного модельного материала, а также разрабатывает модельные свойства возможного материала [5, 6]. В.Я.Перминов указывал ([7], с. 35), что Ж.Пиаже и Ф.Китчер считали исходные математические идеализации связанными с операциями деятельности. Правда, Ф.Китчер имел в виду ([8], с. 24) операции как мысленные, так и реальные. Но последних нет как раз без «мысленного» структурирования, так что в конечном счете все структурирование происходит от мысленного. Именно система операций этапа предварительного, субъективного структурирования материала и служит основой элементов и принципов математики [6], и математика есть инструмент для расширения и развития возможностей оценки предъявляемой среды с помощью ее структурирования по типу выработки ощущения.

Границы и непротиворечивость появляются одновременно. Соответствующая логика, разумеется, двужанная: или по одну сторону границы, или по другую, третьего не может быть. Принципы деятельности, связанные с применением меры, установлением границ, отнесением состояний по ту или иную сторону границы и т.д., едины для всего живого, не зависят от конкретного мира, в котором находится субъект. По этой причине и математика - сама по себе - в разных мирах одна и та же. Существование равенства  $2 \times 2 = 4$  не зависит от физики мира, в котором есть субъект, потому что оно возникает просто из перебора границ - реальное существование которых в этом мире вообще

необязательно. В связи с разными условиями, опытом и историей в этих мирах неизбежно будут разными общий уровень реальных математических разработок и области интереса, но математики разных миров в принципе смогут понять друг друга. Более того, и предыдущее отсюда следует, вся математика потенциально однозначно определена, то есть как бы вся уже существует в потенции: для любого вида модельного материала и каждого способа работы с ним верный результат не зависит от конкретного математика, который «только» обнаруживает его в математическом мире.

Дедуктивные математические системы есть аналог основанного на ощущениях механизма упорядочения, оформления, структурирования материала в отражении его субъектом. Но они не только аналог. В действительности они есть развитие способностей субъекта к субъективному структурированию и оценке материала. Они приготавливаются для пользователя как инструмент для выработки оснований для действий. То, что они чисто формальны, не позволяет им работать с реальным, неисчерпаемым миром самостоятельно. Требуется, чтобы материал для их применения поставлялся другими, диалектическими науками, например, физикой. Это науки, способные строить частные, конечные модели мира, с которыми уже могут работать формальные методы. Науки, изучающие природу, что в ней и как есть, разумеется, не могут быть дедуктивными.

### *О различии математики и наук о реальном мире*

Вообще познание направлено на то, чтобы мы знали мир и могли выяснять те или иные последствия по типу решения задач по данной аксиоматике. И в физике, и в математике цель - построение дедуктивных схем. Однако каких схем? В физике - в каком-то смысле близких к реальности, что тем или иным способом проверяется, оценивается. В математике - просто формально верно построенных, без оглядки на какое-то соответствие с

реальным миром. В этом физика и математика кардинально различаются вплоть до такой степени, что идеал цели, научности и правильности математики оказывается неприменимым к наукам о реальном мире. Непонимание этого приводит многих к превратным представлениям о достижениях и ценностях многих теоретических конструкций, а также к неправомерным и несостоятельным требованиям и претензиям по отношению к вполне научным подходам неформальных наук (еще одна по существу формальная наука - кибернетика, наука об управлении объектами). В математике доказательство заканчивается точкой и остается в таком качестве верным навсегда, как бы сильно ни развилась математика впоследствии. А в физике и во всех науках о реальности, решающих обратные (и всегда конечные) задачи в неисчерпаемо сложной реальности, доказательство не заканчивается никогда. Оно бывает лишь относительно законченным. Станным было бы наличие в наборе математических утверждений (теорем) более и менее убедительных, твердо установленных и сомнительных, да еще в разной степени. А в физике такая ситуация совершенно обычна. Даже после появления некоторой интерпретации, принятой практически всеми, возможно ее неприятие некоторыми учеными, так как невозможно формально доказать, что она - единственно правильна. И у физика должна быть выработана интуиция оценивать теории по степени их обоснованности. В качестве примера можно привести стандартное для учебников разрешение так называемых парадоксов Гиббса (об аддитивности энтропии) с помощью учета квантовомеханической тождественности частиц. «Правильный» (с хорошей интуицией) физик еще до упорядоченных, отчетливых размышлений должен отнестись к этому объяснению как к одному из самых сомнительных в физике. Он должен почувствовать, что это объяснение не встраивается в общую физическую картину. И верно. Оно ведь означало бы, что в классическом мире (без квантовой

механики) аддитивности энтропии не было бы, так что тепловая машина работала бы как-то странно, на что вряд ли бы кто согласился. [9]

Математика в классификациях наук стандартно проходит как естественная наука. Однако если отстроиться от ее применений и тем более от наиболее обычных - к физике, - то приходится заключить, что сама по себе она естественной наукой не является. В ней нет требования соответствия ее аксиоматических конструкций чему-то природному или общественному и вообще внешнему [10]. Поэтому говорить по отношению к ней в связи с опытом и реальностью - это говорить всего лишь о ее применении как вспомогательном инструменте. Ее можно только использовать для взаимного согласования конечных и обозримых объектов, выделяемых науками о реальном мире - например физикой или экономикой. Она или язык (о чем только обычно и говорят, если ее считают инструментом), или набор методов и схем оценки материала, причем заданного в удобном для обработки виде - не необозримого, а представленного ей другими частными науками в виде конечных (обозримых для ее аппарата) объектов.

Эйнштейн писал [11]: «Чисто логическое мышление само по себе не может дать никаких знаний о мире фактов; все познание реального мира исходит из опыта и завершается им. Полученные чисто логическим путем положения ничего не говорят о действительности. Галилей стал отцом современной физики и вообще современного естествознания именно потому, что понял эту истину и внушил ее научному миру.»

Интересно, что вполне отчетливое понимание математики как чисто формальной науки, в принципе не зависящей от наук о природе (и обществе), отнюдь не повсеместно распространенное и ныне, выказал еще в позапрошлом веке Вл.Соловьев [12]: «Вообще, математику можно игнорировать самое существо зоологии или ботаники,

от этого его наука нисколько не изменится. ...знание математики в известной мере необходимо для физика, но нельзя сказать обратно, чтобы знание физики было необходимо для математика. Напротив, так как математика изучает лишь общие количественные отношения всего существующего (тут, сославшись на «все существующее», он выразился неточно, но его заключение правильно: - В.Г.), то для нее всякое частное бытие безразлично. Изучая чистые формы пространства и времени, числа (и здесь сами пространство и время совершенно необязательны, автор все-таки сужает природу математики: речь должна идти о зависимостях вообще и об установлении границ вообще. - В.Г.), математику совсем не нужно знать, какие конкретные вещи и явления подлежат этим формам. Всякое применение математических форм к конкретным явлениям положительным - физическим и химическим - есть для математики только частный случай, не имеющий никакой необходимости. Физические и химические явления подчиняются известным математическим законам, но нисколько этими законами не объясняются. ... Физика зависит от математики, но математика нисколько не зависит от физики etc.»

Довольно известен (по крайней мере пока еще) вопрос, заданный Е.Вигнером о причине «непостижимой эффективности математики в естественных науках» [13].

Вопрос можно понять, во-первых, в следующем смысле: почему именно математика применяется для - для чего? - в конкретных науках, и почему именно ее использование придает такую мощь, действенность и результативность применяющим ее наукам, так что без нее они не смогли бы быть настолько эффективными, т.е. успешными с большой точностью и в чрезвычайно разнообразных обстоятельствах? Ответ на вопрос - для чего? - сам говорит об основаниях ее применения: она применяется как инструмент для систематического упорядочения (включая применение мер) материала и как язык для

выражения связей между объектами, а также для законообразного сохранения этих связей в процессах (при интерполяциях и экстраполяциях), т.е. для сохранения точности связей при переходе к другим условиям, когда закономерности этих связей установлены. А с малой точностью и в узком диапазоне обстоятельств можно было бы работать и без математики, что когда-то только и делалось на заре человечества и делается в массе случаев сейчас. Более того, она предоставляет удобную возможность задавать новые вопросы, позволяющие уточнить знания, поставить задачу для эксперимента, ибо при затруднениях выразить полученные данные закономерно они не могут быть сохранены, и тогда сам вопрос об их получении отпадает или вообще не возникает. Примерно как письменность нужна в первую очередь для выражения (включая и сохранение) сложных мыслительных построений.

А в остальном математика эффективна по той же причине, по какой вообще эффективна деятельность. Эффективно, во-первых, уместное применение математики, а именно - подходящее применение ее к упорядочению связей конечных (обозримых) объектов, выделенных конкретными науками, а не к самой реальности, что есть забота конкретных наук о природе и обществе. Во-вторых, эффективность возникает лишь при допустимости некоторой неточности результатов. В противном случае никогда никакого успешного предсказания нельзя было бы сделать, и не было бы повторения экспериментов - основы научного подхода. Ни сама математика не способна описать точно мир и ориентироваться и работать в бесконечно сложном реальном мире, ни абсолютно точный результат никогда не может быть получен, и удовлетвориться реальным результатом можно только при ограниченной требовательности. А при наличии двух указанных условий ее применения могут быть эффективными.



В связи с тем, что чистая математика не является естественной наукой, не есть наука о природе или обществе, не требует согласования с чем-то внешним по отношению к ней, для работающих в ней ученых нет внутренней надобности изучать теорию познания реального мира, его устройство и отношение к нему субъекта, а также отношения между субъектами. В математике формально царствует чистая формальность, и многие в ней работающие не понимают самой сути и методологии других наук. Мы и наблюдаем в действительности, что многие математики, весьма неуверенно ориентируясь в реалиях других наук, очень часто без опаски подают «туземцам» советы, якобы снимающие их трудности. Фейнман очень верно подметил [14]: «Математики имеют дело только со структурой рассуждений, и им в сущности безразлично, о чем они говорят. ... Другими словами, математик готовит абстрактные доказательства, которыми вы можете воспользоваться, приписав реальному миру некоторый набор аксиом. Физик же не должен забывать о значении своих фраз. Это очень важная обязанность, которой склонны пренебрегать люди, пришедшие в физику из математики. Физика - не математика, а математика - не физика. ... в физике вы должны понимать связь слов с реальным миром.»

### *О месте математики в науках о реальном мире*

С другой стороны, ученые, исследующие природу, не понимая достаточно отчетливо места математики в развитии своей науки, тоже, бывает, не слишком правильно относятся к математике, используя ее не всегда уместно, точнее - ошибочно опираясь на нее тогда, когда надо опираться на конкретную научную теорию или на опыт. Автор этой заметки в свое время с удивлением обнаружил, что несколько групп ведущих в своей области ученых строили модели объектов, смешивая реальный объект с его аппроксимацией, которая, конечно, слишком проста для выдачи обоснованных

предсказаний во всем спектре свойств объекта и не обеспечивает законности слишком смелых экстраполяций.

Другой пример многолетних заблуждений обнаружился в области, где работали одни из самых квалифицированных теоретиков. Это было математическое «доказательство» теоремы Гиббса об энтропии смеси газов разных сортов. В процедуре доказательства дифференциал энтропии разбивали на сумму дифференциалов соответственно парциальным давлениям отдельных газов в исходном объеме [14]. Ну и соответственно получали, что энтропия смеси в данном объеме равна сумме энтропий разных составляющих газов по отдельности, помещенных каждый в свой объем, равный полному исходному.

Вообще-то явно чувствуется, что ответ откровенно неверен. Так, если бы все частицы были различными, то пришлось бы суммировать слишком уж много систем, которые заняли бы место размером побольше самой Земли. В нормальной термодинамике такая модель кажется чрезвычайно странной. Однако почтение перед математикой подавляет сомнения и заставляет закрывать глаза на эту несообразность. Однако (скажем еще раз) ошибка здесь не математическая, а методологическая, потому что использованное здесь прямолинейное применение математического равенства в данном случае не обоснованно. Приравнять что-то в физическом выводе можно, лишь если физика доказала, что нечто в левой части правильно моделируется тем, что пишут в правой части. Показать это - дело не математики, а физики. И если физика желает выяснить, можно это делать или нет, то она это должна делать сама, а не спрашивать математику. И лишь после одобрения физикой следовало приравнивать дифференциал сумме «парциальных» дифференциалов. А тут поступали как раз наоборот, и исходное арифметическое приравнивание одного дифференциала сумме «парциальных» должно означать в этом случае взятие за исходное положение того, что получают в качестве вывода.

В действительности в той термодинамике, для которой намеревались доказать теорему, парциальные давления, наводящие на мысль разбить дифференциал на части, вообще не являются наблюдаемыми. При наличии в качестве измерительного прибора поверхности только одного объема наблюдаемым является только полное давление в нем. Это мы и механика знаем, что газы разные, но в обычной работе с газами, результаты которой порождают представление об обычной термодинамике, это никак не используется, и разнородность газов скрывается одной и той же макроскопической динамикой - зависимостью давления при данном объеме только от полной энергии, но не от вида газа. Так что не было никакого основания записывать исходное равенство. Описанное доказательство есть чистая тавтология.

В книге [15] только что изложенное «доказательство» дублируется аналогичным «физическим», основанным на разделении смеси газов с помощью полупроницаемых перегородок на несколько объемов, равных каждый по величине исходному, с отдельными газами. И здесь совершается аналогичная методологическая ошибка: в той же обычной термодинамике нет полупроницаемых стенок, поэтому доказательство к ней не относится.

В общем можно сказать, что в тандеме математики и некоторой частной науки о мире ведущей является именно та конкретная наука, а не математика, которая должна выступать как служанка науки о реальном мире. Возможно, эта служанка может замечательно умыть, причесать и затянуть в корсет свою госпожу, но все же никогда не должна становиться всевластной хозяйкой, чтобы самой золотой рыбке не пришлось стать Золушкой.

### *Об особом характере математического моделирования*

Что же касается раздела прикладной математики, где занимаются экстракцией математических зависимостей, так

или иначе описывающих поведение объектов и свойств, выделяемых конкретными науками из реальности (математическое моделирование), то это особая наука, не совпадающая с чистой математикой, и вся она должна быть проникнута научной методологией. Вклад нематематического происхождения, привязывающий классифицирующие (выбирающие решения) математические операции к реальности, в таких работах совершенно очевиден, и работающие здесь специалисты обычно довольно хорошо осознают качественное и «генетическое» различие этих вкладов и предпринимают усилия по развитию и совершенствованию обеих сторон проблемы.

Принципиальной чертой этих задач является то, что они обратные и, следовательно, не имеют, вообще говоря, единственного решения, а бывает, что и никакого (переопределенные задачи). Для переопределенных задач приходится придумывать в качестве выхода некоторые близкие в определенном смысле решения, то есть требуется обдумывать и волевым образом придавать смысл некоторому искусственному решению, вводя в рассмотрение вопросы адекватности решения задачи чему-то стоящему вне ее (понимаемой в узко-постановочном смысле), причем понимание адекватности может быть весьма разнообразным, и уж во всяком случае отнюдь не совпадающим с требованием точного описания как сущности, так и формы явления - все как при общем познании. Адекватность может пониматься примерно так же, как ее понимает нормальная теория познания: отражение, разумеется, не совпадает с отражаемым, но зависит от него, как бы частично содержит его в другой форме.

Полезно обратить внимание на обычный в математическом моделировании выбор из множества возможных решений (обратной задачи) наиболее гладкого (или простого) в некотором смысле решения. Например, применяется регуляризация задачи аппроксимации данных

путем обрыва аппроксимирующего ряда. Этот прием - следствие осознанного или не осознанного использования принципа бритвы Оккама, одного из самых важных и мощных общенаучных принципов познания [16]. В данном случае он применяется как момент выполнения задачи познания при нормальном реалистическом понимании адекватности решения (теории). Для самой же математики этот методологический прием совершенно чужд, его в ней нет. Выбор варианта регуляризации - это не математическая задача.

### *О критериях правильности*

Напомню, что формалисты типа Фейерабенда, частично повторяя Беркли («одна простая идея может быть образцом или изображением только другой идеи. Пока же они различны, одна не может походить на другую.» «... на что может быть похоже ощущение, кроме ощущения?» ([17], с. 47)) и утверждая непереваемость смыслов и несовместимость теорий, понимают адекватность именно как полное совпадение, которое, естественно, невозможно, в силу чего и ударяются в более или менее полный произвол - эпистемологический анархизм [18]. Им бы логично и последовательно было восклицать «*anything goes!*» с позиций отношения математики ко множеству формально допустимых решений, а не с позиций познавательной задачи: именно для математики никакое из этих решений не лучше и не хуже другого, но не для методологически правильного познания. Почему-то сторонники эпистемологического анархизма, увлекаясь формальной логичностью, не обращают внимания на то, что наличный опыт все-таки что-то говорит нам о мире, а не совсем уж бесполезен. Этот момент важен при анализе применимости математического идеала правильности - полной и строгой доказанности - к выводам наук о реальном мире. Некоторые требуют совсем строгих доказательств во всех без исключения вещах (правда, обычно от других). Принять понимание и подход Фейерабенда

всерьез означало бы признать полную бессмысленность математического моделирования в целом.

Дефектом неуместного формализаторства (или формализаторства в неуместной степени) является непонимание нереалистичности подхода с требованием перенесения математического критерия полной формально-логической законченности доказательств во все другие науки. Под логикой доказательств понимают чисто формальную логику, применение которой нереально для неисчерпаемо сложных явлений, которые невозможно полно и точно охватить никакими наборами характеристик и описаний. В действительности сами требующие такой «строгости» обычно в своих примерах, советах и рекомендациях, не умея выделять главных звеньев реальных проблем, ограничиваются простейшими комбинациями куцых обрывков смехотворных банальностей вплоть до мистических и религиозных. Наихудшим следствием подобного формалистского взгляда является непонимание и отбрасывание истинно реалистического и научного - диалектического - рассмотрения событий и дел в их историческом возникновении, связях и развитии.

В общем, принципиальное отличие задачи математики от задачи физики и других наук о реальности отчетливо и существенно разводит математические и физические критерии и идеалы научности (ср. с [19]) при сближении физических с общими идеалами и критериями научности при изучении реального мира. И это сближение таково, что даже философия подобно бесспорно научной физике оказывается научной в той степени, в какой и поскольку в ней научными методами систематически изучаются вопросы о том, что и в каком смысле существует в мире и как мы это познаем (см. дискуссию о том, наука или не наука философия, в журнале «Философские науки» в 1989 г., начиная с № 6).

*О преподавании физики не как математики*

Дополнительно хотелось бы указать на одну особенность изучения физики, повидимому существенно отличную от изучения математики. Работники вузов, имеющие отношение к приемным экзаменам по физике, отмечая относительно слабую подготовку абитуриентов по ней, обычно объясняют это тем, что в школе ее не проходят как точную науку. Но, похоже, это объяснение несколько поверхностно, и оно в значительной степени основывается на представлении о близком подобии духа физики духу математики, что в действительности неверно. Физике невозможно хорошо научиться, не научившись чуть ли не зрительно, чувственно, так и напрашивается сказать: физически, - представлять картину, соответствующую задаче. Если в математике по крайней мере большая часть задач решается формальной техникой, то в физике после формулировки задачи требуется на самом деле ее себе правильно поставить, для чего и надо представить себе процесс в его взаимосвязях и движении. А пока учащийся не научится так ставить себе задачу, то есть сначала заниматься именно построением в голове соответствующей картины, которую он потом должен адекватно отразить подходящими уравнениями, он будет «плавать». Поэтому начальное преподавание физики должно быть медленным, преподаватель должен вплоть до показа руками пояснять процессы, их варианты и суть, объяснять школьникам то, что они много раз видели, но не осознавали и не приводили в согласованный вид. Первоначальное обучение должно сопровождаться решением большого количества простых задач для выработки «физического мышления». В этом отношении представляется совершенно ошибочной и вредной замена комплекта учебника и задачника по физике (типа старого задачника под редакцией П.А.Знаменского) одним учебником с вкраплен-

ными в него немногими почти случайными задачами. Впрочем, последнее относится и к математике.

В качестве примера чрезвычайной легкости появления неправильного (что показано в [5, 20, 21]) понимания весьма простой по идее и форме задачи можно привести объяснение Пригожиным термодинамической выделенности направления стрелы времени при симметрии ее в механике. Для получения эффекта движения приготовленной в неравновесном состоянии системы только к равновесию (замечу - в редукционистском подходе, то есть как следствие собственного поведения частиц системы) Пригожин запрещает природе реализацию неподходящей половины априори возможных начальных микросостояний (это его «принцип отбора» [22], [23, с. 227]). При этом он в объяснении вынужденности этой меры ссылается на природу: «В о п р о с о т о м , ч т о ф и з и ч е с к и р е а л и з у е м о и ч т о н е р е а л и з у е м о , э м п и р и ч е с к и й» ([23], с. 229). Однако рассматриваемая им задача - чисто модельная, к природе уже не имеющая никакого отношения, в ней можно получить обычные термодинамические эффекты (при нормальном наблюдателе) и нет и неоткуда взять закона природы, запрещающего реализацию обращенных скоростей.

По-видимому, в заключение следует сказать, что вообще физики часто думают и оперируют явлениями, движениями и приближенными образными моделями, а не структурированными по «правильным» математическим канонам уравнениями, рядами и спектрами, препарирующими процессы на возможно отсутствующие действительно составляющие, так что им при этом не приходится проделывать искусственно добавляемых технических преобразований, способных порождать неестественные для дела (и реальности) затруднения. Это ближе к природе, которая, по выражению Эйнштейна, интегрирует (движется, развивается) эмпирически.



*Литература*

- [1] Гнеденко Б.В., Хинчин А.Я. Элементарное введение в теорию вероятностей. - М.: Наука, 1982.
- [2] Смолуховский М. Доступные наблюдению молекулярные явления, противоречащие обычной термодинамике / Эйнштейн А., Смолуховский М. Брауновское движение. - Л.: ОНТИ, 1936, с. 197; Молекулярно-кинетические исследования по вопросу об обращении термодинамически необратимых процессов и о возврате аномальных состояний / Там же, с. 303.
- [3] Губин В.Б. О роли деятельности в формировании моделей реальности // Вопросы философии. 1997. No 8. С. 166-174.
- [4] Лессинг Г.Э. Гамбургская драматургия. Статья LXX / Избранные произведения. - М.: Гослитиздат, 1953. С. 565.
- [5] Губин В.Б. Физические модели и реальность. Проблема согласования термодинамики и механики. - Алматы: МГП «Демеу» при изд. «Рауан» Минпечати Республики Казахстан, 1993.
- [6] Губин В.Б. Математика как формализованная имитация этапа структурирования мира в отражении субъекта / Философские науки. 1996. Вып. 1-4. С. 196-206.
- [7] Перминов В.Я. О «математическом натурализме» Ф.Китчера / Методологический анализ оснований математики. - М.: Наука, 1988. С. 32-36.
- [8] Китчер Ф. Математический натурализм / Там же, с. 5-32.
- [9] Губин В.Б. Некоторые требования к правильному разрешению парадоксов Гиббса / Журнал физической химии. 1985. Т. 59. Вып. 2. С. 517-520.
- [10] Губин В.Б. О связи стилей математического и физического мышления с природой задач математики и физики / Вопросы философии. 1998. Вып. 11. С. 142-148.

- [11] Эйнштейн А. О методе теоретической физики / В сб. Эйнштейн А. Физика и реальность. - М.: Наука. 1965, с. 61-66.
- [12] Соловьев Вл.С. Вера как основание науки / [http://www.philosophy.nsc.ru/life/journals/philsience/1\\_95/10\\_sol.htm](http://www.philosophy.nsc.ru/life/journals/philsience/1_95/10_sol.htm) . 1995.
- [13] Вигнер Е. Непостижимая эффективность математики в естественных науках // Этюды о симметрии. - М.: Мир, 1971.
- [14] Фейнман Р. Характер физических законов. - М.: Мир, 1968. С. 55-56.
- [15] Гельфер Я.М., Любошиц В.Л., Подгорецкий М.И. Парадокс Гиббса и тождественность частиц в квантовой механике. - М.: Наука, 1975.
- [16] Губин В.Б. Об одном варианте принципа бритвы Оккама / Философские науки. 1998. Вып. 2. С. 136-150.
- [17] Беркли Дж. Сочинения. - М.: Мысль, 1978.
- [18] Фейерабенд П. Избранные труды по методологии науки.- М.: Прогресс, 1986.
- [19] Кезин А.В. Научность: эталоны, идеалы, критерии. - М., 1985
- [20] Губин В.Б. Прав ли Пригожин? (Согласование термодинамики с механикой и деятельностный механизм формирования объектов) / Философские науки, 1995. Вып. 5-6. С. 140-151.
- [21] Губин В.Б. История с энтропией / Философские науки. 1997. Вып. 3-4. С. 98-120.
- [22] Пригожин И. Время, структура и флуктуации / Успехи физических наук, 1980, т. 131, вып. 2, с. 185-207.
- [23] Пригожин И. От существующего к возникающему. - М.: Наука, 1985.

## О МЕТОДОЛОГИИ ЛЖЕНАУКИ

*В.Б.ГУБИН*

По широкой, с размытыми, нечеткими обочинами, дороге развития науки и знаний, по многочисленным ее ответвлениям проходят огромные толпы людей. Кто-то занимается непосредственно наукой, другие своим созидательным трудом подтверждают ее выводы. Кто-то ею забавляется, играет в науку, кто-то толкает ее вбок. Часть просто кормится, часть ожидает от нее помощи. Часть думает, что занимается ею, часть рядовых масс понимает ее важность и поддерживает в обществе уважение к ней и сознание ее необходимости, часть обвиняет ее в новых бедах человечества. Какие-то группы заинтересованы в знании истины, а какие-то - лишь в некоторых, в основном технических ее областях. Кто скрупулезно честен, а кто истину путает с выгодой. Истина ведь и непроста, и имеет к интересам людей самое живое отношение, так что на пути к ней встречаются самые разнообразные препятствия, а новые плодотворные идеи приходят довольно редко и часто встречают непонимание и утверждаются с большим сопротивлением, а то и враждебностью. Сама трудность постижения истины зачастую усугубляется социальными и историческими обстоятельствами.

Поэтому бывает, что то, что считают или выдают за знания, таковыми отнюдь не являются. Самый известный, впечатляющий и важный пример ложной ветви на древе познания - это, конечно, религия. На нем дружно сошлись все трудности познания: сложность мира, ограниченность и

заскорузлость ума, невысокое производственное развитие человечества, слабое знание массами и даже профессиональными учеными научной теории познания и способствование этому мощных сил, желающих ловить рыбку в мутной воде, а также надежда масс получить в религии опору и защиту со стороны как «высших сил», так и единомышленников - от жизненных напастей, что у нас сейчас стало одним из основных побуждений к суевериям: спрятать бы голову в песок! Следование истине требует, помимо прочего, еще и известного упорства и твердости, чего у многих нет. Суеверие имеет опору в безотчетных страхах и других плохо контролируемых впечатлениях подсознания, с которыми трудно бороться. Например, картина движущихся дхарм (нечто вроде элементов чувств), формирующих субъекта согласно представлениям буддизма, может показаться чрезвычайно естественной и притягательной для не слишком критического человека, так что ему будет трудно спокойно пройти мимо этой соблазнительной пропасти и не впасть в эту квазинаучную систему представлений. Сон разума порождает чудовищ.

И в действительно научных областях познания бывают ложные ветви, иногда отрубаемые или сами подсыхающие, а иногда и вновь расцветающие. Массовый их расцвет и благосклонное внимание к ним происходят, когда научное, теоретическое мышление оказывается невостребованным или вообще в загоне - как у нас в последние годы. В настоящее время для лженаук - все благоприятные условия, включая еще не исчезнувший в обществе с недавних времен интерес, уважение и доверие к науке, в обличьи которой выступают ложные теории.

Но все же обычно довольно ясно видны стандартные отличия этих прожектов или попросту обмана от настоящей науки. Когда знакомишься с очередными трудами, предложениями и мыслями новейших и в то же время обычно

очень традиционных ниспровергателей нормальной физики или экономической науки и открывателей естественнонаучных и обществоведческих чудес, то вновь и вновь видишь стандартные методологические просчеты и натяжки авторов (которых будем считать чистосердечно заблуждающимися).

Во-первых, они не страдают излишней самокритичностью, без которой нет достаточных побуждений как можно полнее проверять свою теорию на согласованность со всем другим знанием.

Во-вторых, они обычно плохо ориентируются в критериях правильности теории, в частности и особенно - как раз в той самой необходимости согласовывать все знания, которые ведь говорят об одном и том же мире и, следовательно, не должны противоречить друг другу.

В-третьих, они зачастую плохо знают реальное состояние науки в области, где пытаются высказать новые мысли (в действительности чаще уже неоднократно выдвигавшиеся и давно отвергнутые), что, естественно, затрудняет для них самих критический анализ, если бы они попытались его сделать. И заодно - не знают истории науки в широком плане, а это важно в том отношении, что позволяет уже предварительно знать, какое решение было бы желательным, какие нерешенные проблемы оно могло бы закрыть или просто касалось и в других областях. Хотелось бы в качестве примера специально отметить одну область, почти всеми признанную за очень туманную - проблему с энтропией и необратимостью. В ней у подавляющего большинства многочисленных авторов самые обрывочные представления, и рекомендации по ее разрешению соответственно весьма разнообразны по форме, но однообразны по сути: чаще всего предлагают решения, ошибочность которых доказана еще сто лет назад. Это касается и весьма известных ученых.

В-четвертых, многие авторы плохо понимают, что логики, логических построений - еще мало для заключения,

что такая-то теория удачно описывает реальный мир. Об этой недостаточности формальной логики говорили все диалектики. А Эйнштейн писал [1]: «Чисто логическое мышление само по себе не может дать никаких знаний о мире фактов; все познание реального мира исходит из опыта и завершается им. Полученные чисто логическим путем положения ничего не говорят о действительности. Галилей стал отцом современной физики и вообще современного естествознания именно потому, что понял эту истину и внушил ее научному миру.» Доказательство адекватности миру теории о нем должно пропорционально включать как логику, так и реальное сопоставление с действительными явлениями мира. А иногда бывает и наоборот: совершенно формальную математическую теорему Пифагора намереваются проверять по реальному миру, который математике вовсе не обязательно знать.

В-пятых, и это близко к предыдущему, весьма широко распространено мнение, что все науки своим идеалом в вопросе строгости и доказательств правильности должны иметь математику: вот, мол, образец для подражания! Однако при этом не учитывается, что математика - наука не естественная, не о природе, а о формальных построениях (типа формальной логики) с достаточно произвольным модельным материалом, и правильность математического утверждения проверяется не сравнением с природным образцом, а проверкой правильности формального построения, т.е. фактически по наличию точки в конце доказательства. В науках же о природе и обществе приходится решать обратные задачи, не имеющие однозначного решения, которые требуется проверять на адекватность бесконечно сложной реальности, чего формально нельзя сделать - нужны неформальные шаги, - чего в математике не требуется и невозможно делать.

И вот с такими «математикоподобными» представлениями многочисленные советчики в естествознании или в обществоведении выдергивают из бесконечно сложной реальности, а то и откровенно приписывают ей как самые существенные отдельные простенькие наборы свойств и с легкостью комбинируют из них выводы и рекомендации, которые впору печатать в газетных рубриках «Полезные советы» или «Нарочно не придумаешь». Фейнман специально предостерегал [2]: «Математики имеют дело только со структурой рассуждений, и им в сущности безразлично, о чем они говорят. ... Другими словами, математик готовит абстрактные доказательства, которыми вы можете воспользоваться, приписав реальному миру некоторый набор аксиом. Физик же не должен забывать о значении своих фраз. Это очень важная обязанность, которой склонны пренебрегать люди, пришедшие в физику из математики. Физика - не математика, а математика - не физика. ... в физике вы должны понимать связь слов с реальным миром.» Но таких благодетелей вроде лучших математиков среди физиков развелось также особенно много среди экономистов, начиная с 60-х годов и по сию пору. Не важно, с какой-то целью это делается или чистосердечно - методологическая подоплека одна и та же.

Правильная теория познания{, а в общем это теория познания диалектического материализма,} требует исторического рассмотрения проблем. Никакой вопрос не может быть рассмотрен совершенно изолированно от других и статически во времени. Познание нельзя начинать с нуля, с установления принципов. Необходимо использовать наработанные всем человечеством знания. Поэтому вызывают удивление встречающиеся иногда предложения, скажем, сломать всю физику, которая сейчас, якобы, находится в тупике, или, к примеру, политэкономия и построить что-нибудь правильное и несомненно эффективное.

И уж совершенно удивительны и показательны для «нового времени» публичные выступления против этой самой научной теории познания, поддерживаемые авторитетными учеными именно в самой образцовой и диалектической естественной науке - в физике. В последние годы довольно-таки нашумела книга А.С.Сонина "«Физический идеализм»: История одной идеологической кампании." [3] Это жалоба на то, как некоторые наши физики и методологи до середины 50-х годов пытались, как они утверждали, с диалектических позиций критиковать метафизические подходы к интерпретации физических теорий. Книга производит странное впечатление.

Для введения Сонин «изложил» «Материализм и эмпириокритицизм». При этом (и нигде дальше) он не упомянул ни об абсолютной истине как существующей реальности и объекте познания, ни о ее приблизительном, конечном отражении в теориях, ни о наличии в них объективного содержания, ни о неисчерпаемости объектов и познания, ни о критерии общественно-исторической практики (замечу - важного момента, не вполне понимаемого прагматиками, позитивистами и формалистами; этот момент важен не только в физике, но и в других науках, в частности - в доказательствах человеческого происхождения религии), ни о несводимости высших форм движения к низшим.

Он вообще нигде не сказал о том, что такое диалектический материализм, ни даже о том, что означает «диалектический». А ведь все-таки для разбора споров диалектиков с метафизиками надо было бы хотя бы поставить задачу. Соответственно и дальше Сонин не привел никаких претензий диалектики, которые могли быть действительно высказаны по отношению к ряду представлений и подходов определенных физиков и групп. Он также не отличает и не отделяет претензий диамата от претензий людей, которые якобы выступали с позиций диамата. А это вещи не



обязательно равноценные, что немаловажно при оценке самой теории. Ведь мало ли кто неправильно выступает с позиций науки, что ж - из-за этого науку выбрасывать? Кроме того, в книге никак не рассматриваются споры о понимании квантовой механики, нет и изложения каких-либо ее интерпретаций, в том числе и копенгагенской.

Другими словами, оказывается, что в этой весьма полемической и безапелляционной по форме книге отсутствует какой-либо научный предмет для обсуждения. И это поразительно некомпетентное и антинаучное сочинение сопровождается указанием: «Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований согласно проекту 94-06(философия. - В.Г.)-19791... Рецензенты: академик РАН В.Л.Гинзбург, профессор Д.Н.Зубарев, член-корреспондент РАН С.М.Рытов.»

А ведь поговорить было о чем. Например о том, почему в «Теории поля» [4], и не только в ней, Ландау и Лифшиц настаивали на точности элементарных частиц, тогда как японец Саката, во второй половине 50-х создавший свою модель составных «элементарных» частиц, заявил, как будто издеваясь: «Нужно помнить, что, по-видимому, нейтрино так же неисчерпаем, как и атом.» [5] По поводу похожего казуса в прошлом Ж.Ульмо сказал «Нет ничего более неверного, чем полагать, что можно заниматься наукой, оставляя в стороне вопросы философии, эпистемологии и методологии. Так отстают на целое поколение; мы видели и сейчас видим подобные весьма поучительные примеры.» [6]

Да и в «Статистической физике» [7] тех же авторов отвергается решение проблемы необратимости Смолуховским [8] в начале 20-го века как эффекта, лишь возникающего при наблюдении, а не самостоятельно существующего в природе как закон самой природы. Еще раньше такое же решение высказал Пуанкаре [9], и оно в 1910-е годы стало

общепризнанным. Но Ландау и Лифшиц посчитали недопустимым вклад наблюдателя в возникновение второго закона термодинамики - конечно, явно защищая материализм от субъективизма! - но впадая при этом в грех объективизма. Хорошо еще, что они признали, что не знают, как согласовать в этом пункте термодинамику и механику. Известно, что при объективизме этого сделать нельзя.

В обоих этих случаях основанием для ошибки в выборе пути было пренебрежение самыми основными диалектическими положениями и ограничение рамками упрощенного, метафизического материализма. Так что пафос книги Сониной совершенно неоснователен. И В.Л.Гинзбургу при уважительном отмежевании от религии не следовало бы так уж решительно презирать надоедавших ему в прошлом в физике «профессоров-марксистов» [10]. Может быть, в чем-то они и были неправы, но не в том, что «презрение к диалектике не остается безнаказанным.» [11] Отбрасывать диалектику - значит отбрасывать развитую науку и пробавляться упрощенной.

Можно было бы привести множество разнообразных любопытных и поучительных примеров нынешнего разгула околонаучных теорий, начиная с кредеровского объяснения в школьном учебнике причины первой мировой войны выстрелами Гаврилы Принципа и глупостью трех главных императоров и, через цивилизационный подход к рассмотрению истории человечества в тех же учебниках - но, конечно, с молчаливым обращением в решающих пунктах к первичности производства, - вплоть до «метода» полного плюрализма в выяснении причин событий и даже вообще до отказа от поиска истины, то есть до финиша науки. Но обратимся к одному относительно новому и весьма наукообразно и прогрессивно выглядящему подходу - к представлению о том, что информация есть вещь самостоятельная и заполняет собой космос. Это также

пример недиалектической абсолютизации относительно самостоятельной в своем месте сущности. Специфика этого представления в том, что оно возникло и процветает на базе весьма современных отраслей науки и техники типа кибернетики и связи - однако имеющих отношение в основном к модельным объектам и в результате не связанных тесно с общей наукой о познании. И как продукт неконтролируемого вживания в мир узкоспециализированных объектов и образов их идеальная среда («материя») начинает представляться, переводится в разряд реальной, первичной и всеобщей.

Вот и «Философские науки» напечатали статью В.Г.Ажажи и Г.С.Белимова «К вопросу об информационной первооснове микро- и макромиров Вселенной». [12] Как мне показалось, название рубрики для этой статьи - «Философия непознанного» - выдает с головой метания редакции в поисках названия темы, в приличности и научности которой она не уверена. И оно удачно понимается и как «философия неизвестно чего», и как «философия непосвященных», что и сквозит во всех пунктах статьи.

Типична для таких трудов попытка опереться на авторитеты. Слова Я.Б.Зельдовича о «драме идей в познании Природы» выданы как свидетельство тупика «материалистической науки». Затем перечисляется набор «аномальных явлений» и предлагается панацея: «к основным структурным элементам мироздания - энергии, массе и движению - следует добавить равноценную субстанцию - ИНФОРМАЦИЮ». В следующем абзаце принимается, что «информационное поле при этом вездесуще.» Все просто. А затем «информация объявляется ... ПЕРВООСНОВОЙ Вселенной, поскольку в основе всего сущего лежат, прежде всего, информационные процессы.» Вот так походя отбрасываются все достижения цивилизации, обосновавшие нормальную науку.

Дальше - больше. Всякая необоснованная аналогия должна быть использована, вместе пойман - вместе и повешен! Авторы возрождают «на современном уровне» мир платоновских идей. Не важно, что линия Демокрита исторически победила формообразующие идеи Платона не по случайной глупости, а всем развитием науки и производства. Да и больно уж легко авторы отождествляют платоновские идеи с информацией, которую мы по сути понимаем как сообщение. Как это сообщения, и кого к кому, формируют, а то и создают материальный мир? Кроме того, оказывается, что и библия может помочь науке: «"В начале было слово..." - говорится в ней, и лишь сейчас мы можем расшифровать подлинный и сокровенный смысл этой фразы: "В начале была ИНФОРМАЦИЯ - основа мироздания".» Начали вроде бы с предположения об информационной первооснове Вселенной, а теперь уже опираемся на него как на несомненный факт. Можно было и продолжить, например, так: «...и слово было - бог, то есть информация.» В общем, бог - это информация, информационные технологии - это божественные технологии, СМИ - это средства массового обожествления.

В статье Ажажи и Белимова есть еще много интересного, в каждом абзаце, например, о надежде получить информационный код «Вселенной в целом», о влиянии молитвы на гены. Богатства статьи необозримы. Обратимся к причинам этого прожектерства.

Непосредственной причиной его является обычное научное невежество. Практически только физиков учат методологии познания. Ни математики, ни кибернетики, ни компьютерщики, приложившие в основном руку к распространению вздорной идеи о летающей в космосе информации, не обучены методологии исследования реальности. Познание реальность - не их тематика. Поэтому они так неумелы и неосторожны.

С другой стороны, есть и общетеоретические трудности, чему свидетельство - разнообразие определений и пониманий информации. Многие пытаются использовать информацию фактически в качестве второго термина для физического взаимодействия, которое только и есть в мире без субъекта, то есть просто удваивают понятие. Получается, что камни сами не могут катиться под гору, а их должна побуждать к этому информация.

Но статья Ажажи и Белимова в дополнение к перечисленным и проиллюстрированным выше ошибкам в познании, все же более или менее научным, вызванным лишь конкретно неполным знанием или временным отставанием в методологии от передового уровня, добавляет еще и почти вненаучные, напоминающие рассказы приснопамятной Феклуши из «Грозы» о салтанах Махнуте турецком и Махнуте персидском и людях с песьими головами.

В отличие от гениальных догадок, которые изредка встречались в истории науки, многочисленные выдумки и предположения цитируемых Ажажей и Белимовым авторов, включая академиков пресловутой Международной академии информатизации, а также их собственные рассуждения абсолютно легковесны и никчемны. Все они сводятся к необоснованным предположениям, противоречащим нормальным знаниям, или к фантазиям в духе «а почему бы нет?» По простоте своей они похожи на обычные предложения провинциальных прожектеров типа того, что в элементарных частицах что-то крутится. Например: «Гипотеза об информационной первооснове ... разумеется, нуждается в подтверждении и теоретическом обосновании...Здесь, по-видимому, действуют иные, пока не изученные законы - законы информации. Видимо, необходимо наличие какого-то...»

В паре мест, где говорится, что кто-то что-то доказал относительно первичности информации, демонстрируется

только непонимание того, **что такое доказать в науке** реализацию того или иного механизма явления или процесса. Ведь для этого требуется не только его предположить, но и конкретно и подробно показать и проанализировать его действие, а кроме того - еще и доказательно отвергнуть все другие возможные объяснения (механизмы), особенно самые простые, обычные и естественные. Это общее и первичное требование науки, иначе можно напридумывать объяснений с три короба. Но ни о чем подобном наши авторы как будто и не слышали.

И что за знатоки умудрились написать: «информация может передаваться за счет частотного, волнового, резонансного, вибрационного колебаний»? Что они могли подразумевать под частотными колебаниями? Что-то я о таких не слышал. Знают ли они, что «вибрационный» и означает «колебательный»? Вот новость: колебательное колебание! <sup>1)</sup> Если уж и в этом не уметь выразиться по-человечески, то доверять им пропагандировать что-либо научное - это только его дискредитировать. Что они и делают изо всей мочи и с большим успехом с идеей информации как основе мира. Спасибо им за это.

Кстати, зная Ажaju как одного из наших ведущих уфологов, я после прочтения статьи об информационной первооснове Вселенной стал с гораздо большим скептициз-

---

<sup>1)</sup> Р.Фейнман с сарказмом вспоминал («Какое тебе дело до того, что думают другие». - Ижевск: «Регулярная и хаотическая динамика», 2001, с.27-28), как он, украсив свое школьное сочинение глубоко-мысленным словосочетанием «неламинарное, турбулентное и вихревое движение», добился первого места и по английскому языку, неожиданно для всех обставив признанных фаворитов. «Я знал, что неламинарное, турбулентное и вихревое движение - это одно и то же, но когда упоминаешь о нем тремя разными способами, это лучше *звучит!*» Но ведь он не сказал бессмыслицы, как наши авторы!

мом ожидать скорого контакта с инопланетянами: похоже, шум вокруг НЛО сильно преувеличен увлекающимися людьми. У них есть вера в силу науки без понимания, что такое наука.

Возвращаясь к общей проблеме, подчеркну принципиальное ухудшение дела с преподаванием научной методологии. Какие семена сейчас сеются? Чуть ли не сплошь сорняки. Вместо теории познания, требующей всесторонней проверки, согласования новой теории со всем остальным знанием, исторического рассмотрения развития науки - в «плюралистических» курсах культурологии проводится отказ от намерения искать истину и ставятся в качестве объектов серьезного изучения эзотерика В.Шмакова и «Роза мира» Д.Андреева. Основания такой смены курса - чисто политические, и научное сообщество должно требовать возврата преподавания научной теории познания.

### *Литература*

- [1] Эйнштейн А. О методе теоретической физики / В сб. Эйнштейн А. Физика и реальность. - М.: Наука. 1965. С. 61-66.
- [2] Фейнман Р. Характер физических законов. - М.: Мир. 1968. С. 55-56.
- [3] Сонин А.С. «Физический идеализм»: История одной идеологической кампании. - М.: Изд. фирма «Физико-математическая литература» РАН. 1994.
- [4] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. - М.: Физматгиз. 1962.
- [5] Саката С. Новые представления об элементарных частицах / Вопросы философии. 1962. № 6. С. 129-140.
- [6] Ульмо Ж. Дискуссия «От многообразия к единству» / Эйнштейновский сборник, 1969-1970. - М.: Наука. 1970. С. 242.

- 
- [7] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. - М.: Наука. 1976.
- [8] Смолуховский М. Доступные наблюдению молекулярные явления, противоречащие обычной термодинамике // Эйнштейн А., Смолуховский М. Брауновское движение. - Л.: ОНТИ. 1936. С. 197; Молекулярно-кинетические исследования по вопросу об обращении термодинамически необратимых процессов и о возврате аномальных состояний // Там же. С. 303.
- [9] Пуанкаре А. Ценность науки / О науке. - М.: Наука. 1983. С. 238-239.
- [10] Гинзбург В.Л. Разум и вера / Вестник РАН. 1999. Т. 69. № 6. С. 546-552.
- [11] Энгельс Ф. Диалектика природы. Естествознание в мире духов // Маркс К., Энгельс Ф. Собр. соч. Т. 20.
- [12] Ажажа В.Г., Белимов Г.С. К вопросу об информационной первооснове микро- и макромиров Вселенной / Философские науки. 2001. № 1. С. 125-130.



## О ПРИВЕДЕНИИ К ОЧЕВИДНОСТИ КАК ДОКАЗАТЕЛЬСТВЕ В РЕАЛЬНОСТИ

ГУБИН В.Б.

### 1. Критерий истины - очевидность

Практика и обдумывание самых разнообразных споров по науке, политике и жизни - как имеющихся в литературе, так и реальных споров по тем же темам, и особенно упорных и даже ожесточенных в последнее время в интернет-конференциях (ФИДО) - в конце концов породили у автора этой заметки настоятельную потребность ясно понять, что же является самым сильным доводом в споре и по сути последним, решающим словом. Конечно, на всех не угодишь, и всегда найдется слепой или глухой в том или ином смысле или еще того хуже, но вопрос ставится на суждение, так сказать, разуму во всей его разумности. А потребность понять, даже не отчетливо осознанная, рождает усиленное по пристальности и времени внимание к данному вопросу, как бы постоянное удерживание его по крайней мере в боковом зрении. И в результате выработался вывод, что максимальным доказательством правильности теории или представления в реальности является приведение к очевидности этой правильности, к очевидности для опытного и знающего разума.

На первый взгляд может показаться, что достижение это не такое уж большое, ведь что-то подобное уже говорилось и, по-видимому, неоднократно. Так, беглый поиск привел к статье С.А.Зубкова «О познавательном статусе очевидности» [1], где рассматривается несколько

аспектов феномена очевидности, в том числе гносеологический, причем весьма уверенно. Да уже А.Шопенгауэр восклицал [2]: «Почему здравствуют тысячи ошибок, если критерий истины - очевидность - столь прост?» Но все же и Зубков оставил некоторые вопросы нерешенными, и Шопенгауэр остался в недоумении, да и почему-то мало кто из реально работающих ученых (включая и автора этой заметки) слышал о таком полезном методологическом средстве доказательства, так что к нему никто никогда практически и не апеллирует сознательно как к законному средству методологии, разве что все просто стараются привести побольше доказательств и получше их изложить, что в общем-то правильно, однако понимается не как научное доказательство, а как метод уговаривания, особенно слушающей стороной. Общеизвестна как раз противоположная - и неудачная - попытка Декарта исходить в познании из очевидного. Так что в общем тут есть еще о чем подумать и что прояснить.

Автор этой заметки, не профессиональный философ, а физик, работавший еще и в математическом моделировании много лет в самой рутинной научно-исследовательской сфере, пишет, чтобы поделиться своим опытом и некоторыми, как кажется, полезными итогами попыток понять получше возможности познания мира. Некоторые идеи почти явно витали в воздухе и в методологической (но не всякой!) литературе, однако все же в явном виде не были высказаны так, чтобы научное сообщество могло их четко услышать и принять как осознанное рабочее средство.

О том, что и ученые, стараясь сработать в естествознании или общественных науках доказательнее и четче, все же не совсем твердо и сознательно ориентируются в методологии познания и, соответственно, в своих делах, свидетельствует то, что почти всегда их научные построения легко может, так скажем, дискредитировать перед ними и более или менее обычным их окружением, а их самих

поставить в тупик прохожий, сказав, наподобие агностиков, что так как мы не знаем всего на свете, то и нет возможности утверждать что-либо об истинности его построения. Пусть, мол, совершенно строго докажет свой вывод! Обычно ученые тут начинают просто восклицать и не более того. Особенно часто, по понятным причинам, возражение такого типа используются против атеистов.

Ну хорошо, пусть критерий истины - очевидность. Но что такое очевидность, и почему она оказывается критерием истины?

Здесь есть два важных основных аспекта.

1) Отличие и соответствующая необходимость различения познания реальности от доказательства истинности (утверждения) в математике.

Известна шутка, возможно, возникшая, и неоднократно, из были, о лекторе, который по какому-то случаю сказал: «Очевидно, что то-то и то-то», - на что получил возражение: «Нет, это не очевидно», - после чего с полчаса думал и в конце концов заключил: «Нет, это все-таки очевидно!» Когда рассказывают эту историю, все дружно смеются. Однако она смотрится принципиально по-разному в разных науках.

Так, если речь шла о математике, то трудность, которую едва преодолел лектор, и которая оказалась в тот момент чрезмерной для слушателей, заключалась лишь в техническом собирании в уме формальных доказательств высказанного утверждения. И заключение «очевидно» лишь означало, что вся система доказательств достаточно обозрима для не вооруженного карандашом ума.

Если же речь шла об утверждении о природе или обществе, то положение резко меняется. Правильность объяснения не может доказываться по типу теорем (а неправильность на моделях может), как в математике, ввиду неисчерпаемости мира и обратности задачи познания [3]. Сколько разных утверждений было в истории об одном и том

же вопросе! Так что тут трудность в выборе истинного или наиболее правильного утверждения или мнения заключается не в отсутствии карандаша, с помощью которого можно было бы записать для слабой памяти пункты доказательства, а в самом выборе критических пунктов и в оценке достаточности их набора для обоснования обсуждаемого утверждения. Мы здесь будем говорить только о трудности такого рода.

2) Различие этапов так называемого «озарения», когда в результате какого-то движения мысли в нужном направлении возникло понимание нового (пути или связи моментов), которое представляется решением проблемы, и обстоятельной проверки верности этого понимания с возможной его корректировкой или полным отбрасыванием.

В математике тоже есть этап озарения, догадки об идее и/или пути доказательства, но доказательство правильности утверждения, когда оно формально завершено, больше не подвергается сомнению и является окончательным, тогда как в познании реальности само понимание окончательности решения данного вопроса является принципиальной проблемой, мнение об успешности решения которой вовсе не обязательно оказывается единодушным и даже попросту может быть ошибочным, что формальным образом выяснить точно невозможно.

### *Естественность объяснения как доказательство*

Теперь перейдем к практическому опыту приведения к очевидности тезиса, поставленного в заголовке статьи, что отчасти и является моей задачей (другой ее частью будет уточнение связанных с ним вопросов, поскольку сам тезис-то известен). Сначала попробуем посмотреть на частные примеры усмотрения правильности утверждения или решения проблемы. Потом при обобщении их догадаемся об общем правиле, которое и проверим обстоятельнее.

Итак, мы в детстве слышали, что религия - это заблуждение, верят в бога только по малоизвинительным причинам, а попы, а раньше жрецы - обманщики в свою пользу. У многих антирелигиозное образование этим и ограничивалось. Другим в вузе потом сообщали, что примерно на том же уровне, только с большим количеством частных, обоснование атеизма существовало и у просветителей XVIII века. В общем-то, уже и это было неплохо, приводимые доводы были достаточно явными и не вызывали особых возражений. Но при изучении философии, в частности - диалектики, оказалось, что те доказательства слишком просты и недостаточны. Диалектика вообще раздражала тем, что всегда уличала в недостаточности ваших знаний и учитываемых факторов, но, правда, ее замечания оказывались уместными и верными. Здесь в соответствии с канонами диалектики помимо очевидных социальных причин существования религии следовало еще рассмотреть ее исторические корни, религию в ее развитии. Гегель положил конец неисторическому взгляду на религию как на изобретение обманщиков и показал ее рациональное развитие (см. [4]).

Об истории человечества и о верованиях разных времен и народов у нас писали много. Например, в книге А.Д.Сухова «Философские проблемы происхождения религии» [5] хорошо изображена и компактно представлена взору неуклонная последовательность развития религии от простого одушевления вещей и природы до монотеизма в зависимости от степени производственного развития общества. Становится отчетливо ясно, почему при рабовладении процветал политеизм и почему с возникновением феодализма он стал заменяться монотеизмом - в соответствии со специфическими условиями жизни, отношениями между людьми и потребностями общества. Ничто не происходило само по себе, независимо от жизни людей, всякое изменение жизни сопровождалось изменением представлений о мире,

в частности - религиозных представлений. А само первоначальное одушевление природы человеком представляет собой обычное, естественное и неизбежное для него экстраполирование известных и привычных ему особенностей, характеристик, в частности - своих собственных идеальных, на новые, плохо известные ему объекты. Ведь подобное экстраполирование вообще представляет собой едва ли не самый массовый прием деятельности. Мы экстраполируем в каждый новый момент, действуя на основании полученной до него информации, когда состояние мира уже как-то изменилось. Введение Максвеллом тока смещения и предсказание Менделеевым новых элементов представляли собой экстраполяции. Мы первоначально судим об одних объектах по аналогии со знанием других. (Это все варианты приложения принципа бритвы Оккама.) Бывает, что иногда при этом существенно ошибаемся, а потом по анализу результатов можем поправляться, но, во всяком случае, без экстраполяции мы вообще не можем существовать - даже практическая интерполяция всегда представляет собой экстраполяцию.

А раз уж представления об объектах и мире появились, то люди так или иначе опираются на них в своей деятельности, а ошибки могут оказываться временно или постоянно выгодными целым группам людей и потому на определенных этапах не исправляются, а сохраняются, развиваться и усиленно внедряться всевозможными способами.

В общем в открывающейся картине появления и существования религии все пункты становятся ясными и понятными. Становится совершенно очевидно, что религия должна возникать обязательно безотносительно к ее истинности, для неизбежного ее возникновения не было никакой необходимости в ее, так сказать, референте. Вся картина свидетельствует о человеческом происхождении, становлении и существовании религии. Все известное в истории никак не соответствует, опровергает рассказы о

боговдохновенности религии. И как только человек разумно сопоставит эти два варианта, то у него неизбежно возникнет озарение: «Да конечно религию придумали! как же иначе?! Эти два абстрактно возможных варианта совершенно несопоставимы по реалистичности!»

Но тут приходит скептик и говорит: да, но вы все-таки не доказали точно и строго, что религия возникла из выдумки и не имеет фактических оснований. Вы не доказали, что таких оснований нет. И более того, этого нельзя доказать уже из-за признаваемой вами неисчерпаемости мира.

### *Принцип бритвы Оккама*

Действительно, чтобы доказать, что в каком-то процессе реализуется такой-то механизм, надо отбросить все другие механизмы, доказать, что они здесь не работали. А мы вроде бы положились только на естественность и очевидность одного механизма. Так-то оно так, но, с другой стороны, все же, видимо, следовало бы учесть, что об истинности религиозных представлений не свидетельствует достоверным образом ничто. Тогда с какой стати вообще о ней говорить? Ее реальность мыслима? Но мало ли о чем можно вообще помыслить? Например, о кентаврах (или телепузиках). Не обязаны же мы специально доказывать их отсутствие только лишь на том основании, что о них ходят или ходили разговоры! Как раз по такому случаю высказался однажды Шелли [6]: «Говорят, возможно, что мы будем продолжать наше существование таким образом, который в настоящее время для нас совершенно непостижим. Это в высшей степени неразумное предположение. Оно налагает на сторонников уничтожения (т.е. противников вечной души. - В.Г.) тяжесть доказывать отрицательное в вопросе, в то время как положительное здесь не подтверждается ни одним аргументом и по своей подлинной природе находится за пределами человеческого постижения. В самом деле, достаточно легко составить какой-либо тезис, относительно

которого нам ничего не известно, - и не особенно нелепый, и сам по себе непротиворечивый, - а затем требовать его опровержения!»

То есть рассматривать и критически оценивать надо все-таки реалистичные механизмы, а не все абстрактно возможные. Если уж не получится с обычными, тогда, возможно, придется обратить внимание и на необычные механизмы, а пока хорошо получается с обычными, не сверхъестественными. Это есть естественное и необходимое для науки о реальности требование принципа бритвы Оккама.

### ***Фифти-фифти, или Вероятностная оценка альтернатив***

Во-вторых, все же и этот ограничивающий серьезно рассматриваемые варианты довод - требование реалистичности механизма - часто отвергают, что формально всегда имеют право сделать. И доводят этот «плюрализм» до полного равноправия всех абстрактно возможных конструкций. Часто невозможность в неисчерпаемом мире строго доказать какой-то механизм и отвергнуть другой, хотя бы и самый несуразный, неявно представляют так, как будто эта невозможность оставляет равную возможность, вероятность для конкурирующих гипотез, так сказать, пятьдесят на пятьдесят, фифти-фифти. Это, разумеется, совершенно беспомощно и неверно методологически.

Вообще требование совершенно полной доказанности всего относящегося к делу, а это значит - всего на свете, - пытаются предъявить к познанию реальности по недоразумению, смешивая познание реальности с математикой, пытаясь распространить математическую строгость и критерий доказанности на познание реальности. Следующие из этого требования следствия стоило бы обратить против недовольных нематематической неполнотой реальных доказательств, предложив им, например, прекратить пользоваться вилок до тех пор, пока они строго однозначно не докажут хотя бы себе, что в следующий раз, независимо от предыдущей



практики, они не выколют себе вилкой глаз. Зачем так рисковать - при пятидесятипроцентной-то вероятности?

В реальности неабсолютно полная доказанность не означает полной недоказанности, как обстояло бы дело в математике. А именно в такой последней формальной, абстрактной постановке и берут следствие неабсолютной доказанности агностики. Разница, конечно есть. В математике доказанность означает полную достоверность, кроме которой ничто не принимается во внимание, просто отсутствует. В знаниях же о реальности появляется другое понятие: большая или меньшая надежность или вероятность полученного вывода, заключения. Все мы знаем, что реально качества, в том числе надежность, имеют градацию, бывают разной силы, причем меняются непрерывно, а не скачками от наличия до полного отсутствия. Те, кто отрицает информативность не совсем достоверного доказательства в реальности, поступают так, как будто этих непрерывных изменений качеств нет, как будто мир кардинально меняется от точки к точке в отношении силы и вида воздействия на обстоятельства и результаты нашей деятельности, на происходящие события, так что знание об одной точке как будто совершенно ничего не говорит о соседней и бесполезно для деятельности с ней. А это опровергается всем опытом человечества. Такой скачкообразности мы как раз никогда и не видели, а это что-нибудь да значит. Весь опыт говорит, что в природе существует некоторая относительная устойчивость: малые изменения обстоятельств обычно мало меняют последствия. Это вывод о реальности происходит не из абстрактного предположения о возможности всего и даже не из какого-то специально предпринятого опыта, а из всей человеческой практики. Фактически это есть экспериментальный факт более обоснованный, чем какой-нибудь конкретный закон Ома. Если бы этого не было в какой-то степени, наша жизнь была бы просто невозможной. Наличие же - при дополнительном сглаживании эффектов воздей-

ствий конечной нашей чувствительностью, см. [7, 8] - позволяет нам удерживать связь последовательных событий и с некоторой надеждой и основанием опираться на не слишком далекие экстраполяции. И именно это означает вывод диалектического материализма о наличии объективного содержания в знаниях и относительной истины в теориях.

Подчеркиваю особую, принципиальную конструктивную важность небесконечной требовательности субъекта (и вообще всего ощущающего) к точности результата. Без этого качества переход к другой точке радикально менял бы ситуацию, и никакая экстраполяция не была бы продуктивной. И знание надо понимать не абстрактно-объективно, отрешенно от отношения к субъекту, вне связи с его делами, а деятельностно, именно как опору для результативной деятельности, в которой совместно задействуются, эффективно принимают участие как свойства объекта, так и субъекта. На самом деле по-другому знание и понимать-то невозможно, а это невозможное и ненужное абсолютное как раз и используют неосознанно-метафизически путаники-агностики и выдают свое «не знаем, нельзя» в качестве последнего - и не нужного, не интересного нам, не касающегося нас - слова. Диалектика абсолютной и относительной истин вынесла им свой взвешенный приговор.

А если мы все же попадем под превосходящее наши сглаживающие способности воздействие, то все же есть некоторые свидетельства, что это бывает далеко не всегда, не ежесекундно, так что знание о прошлом - ином - не совсем ничемно. Люди же, полностью отвергающие обоснованность и полезность всякой экстраполяции, то есть любой опоры на прошлый неполный опыт, сами в этом утверждении основываются на неограниченной экстраполяции (неполноты знания), да к тому же при наличии множества явных, жизненных контрпримеров.

Во всяком случае, вряд ли кто станет возражать против утверждения, что он сам знает больше, чем амеба и

даже чем ребенок (отбросим на время кокетничанье относительно разнокачественности их знаний и невозможности их сравнивать). Но это утверждение означает, что знание может расти. Утверждение из того же ряда - например, что воробьи на Луне не водятся - тоже не вызовет возражений у нормального и не совсем темного человека. Но философ, утверждающий о бесполезности знаний, об их ненакоплении, о невозможности применить их в другой ситуации, о радикальной важности не исключенной возможности всему пойти в следующий момент прахом, стерев все наши «знания» одним махом, важности, которую мы вроде бы обязаны учитывать каждую секунду и ни о чем другом не говорить и не думать, - почему-то тоже считается нормальным человеком и, более того, даже почтительно уважаемым за смелость и оригинальность ума, которыми он еще и бравирует, на что в общем-то в наше время, если говорить серьезно, смешно и досадно смотреть.

Теперь вернемся к вопросу об одинаковом отношении к альтернативам. Так разве мы, зная многое о реальности, например, о жизни, распорядке и привычках человека, при необходимости с ним встретиться будем бесконечно широко гадать, например, попробуем искать этого человека на луне? Ведь так получается у тех, кто отвергает реальную полезность знаний, ссылаясь на априорную возможность радикальной ошибки! Конечно никто и никогда, будучи в здравом уме, так не поступит. (Во избежание недоразумений замечу, что я рассматриваю здесь только случай здравого ума.) Отвергать полезность любых не абсолютно доказанных знаний - это значит отвергать весь опыт и реальную практику жизни. Когда мы хотим вернее встретить какого-то человека, мы идем туда, где он обычно бывает в это время. Применяем нечто вроде интуитивной вероятностной оценки. Такого же рода - вероятностная - оценка приложима и к итоговой оценке действительности или выдуманности религиозных представлений (суеверий). Об их действительности

убедительно не говорит ничто, в то время как процесс ее человеческого происхождения явно, отчетливо и бесспорно виден во всех его фазах и особенностях. Поэтому процесс возникновения религиозных представлений явно был естественным человеческим, и ни о какой боговдохновенности не может быть речи. Этот вывод не доказан абсолютно строго - как в математике, - но все же доказан так основательно, что для знающего обстоятельства человека никаких сомнений быть не может. Вероятность наличия сверхъестественных сил равна нулю, религия оказывается ошибочной ветвью на древе познания, появляющейся в гнетущих и малопонятных условиях жизни и поддерживаемой определенными социальными силами и обстоятельствами. И это твердое мнение - вовсе не вера, подобная слепой или гадательной (на всякий случай!) религиозной, а ожидание, основанное на знании предыдущей истории и практики и экстраполированное в будущее на основании того же знания.

***Задача согласования термодинамики и механики:  
противоречивые результаты и требования***

Теперь посмотрим на другой случай прояснения ситуации.

Известны трудности согласования термодинамики и механики. Обе теории говорят об одном мире, но их высказывания о нем различны и противоречивы. Все их мы тут рассматривать не будем, а поговорим только об оценке степени неравновесности системы, определении фазового объема и его поведении.

В термодинамике есть понятие равновесного и неравновесного состояний системы. Однако молекулярно-кинетическая, то есть механическая основа системы отрицает такое понятие в качестве объективного. Так, в учебниках неравновесное состояние газа в сосуде часто иллюстрируют картинкой с мысленной перегородкой сосуда, когда в одной половине оказывается мало частиц, а в другой - много:

в этом случае, мол, состояние неравновесное. Но при этом упускают, что разбиение - мысленное! - можно провести по-другому, тогда и оценка состояния окажется другой.

Фазовым объемом системы называется совокупность микросостояний - всевозможных наборов координат и импульсов частиц, дающих одно и то же наблюдаемое макроскопическое состояние. Утверждается, что более равновесным состояниям соответствует большее число возможных микросостояний, то есть больший фазовый объем. Второй закон термодинамики утверждает, что системы стремятся к равновесию, то есть фазовый объем - к максимуму (как и энтропия, которая пропорциональна логарифму фазового объема). Однако есть механическая теорема Лиувилля, утверждающая, что фазовый объем сохраняется (следовательно, энтропия, которая, как всем известно, стремится к максимуму, тоже не должна изменяться)!

Есть еще и другие непонятные несообразности. Парадокс сидит на парадоксе и парадоксом погоняет. И это все тянется больше ста лет. Правда, в учебниках об этом пишут редко и скупно. Замечу на будущее, что эти трудности появляются при рассмотрении (подходе, понимании), когда макросостояние и его параметры считаются порожаемыми самой механической первоосновой на том же чисто объективном уровне существования.

Так вот в давние времена я пробовал поискать разбиения или их комплексы, чтобы, с одной стороны, получилась хоть какая-то функция оценки неравновесности, зависящая от вроде бы очевидного фактора - равномерности распределения частиц по объему, а с другой - чтобы оценка не зависела от формы объема, о которой в термодинамике нет речи - там объем выступает как число (скаляр). Но никакие ухищрения не привели к успеху. А ведь система очень проста и легко просматривается: хотя бы квадрат с частицами внутри. Даже неясно, на каких размерах

останавливать разбиение. В действительности здесь просто проявилась несоизмеримость объема и точек: вероятность любого расположения частиц в объеме равна нулю, и ввести какое-либо объективно определенное разбиение невозможно, не говоря уж о получении независимости от формы объема. Выходит, нетривиальная объективная оценка степени неравновесности расположения частиц в сосуде невозможна, то есть сама по себе система такой характеристикой не обладает.

Как будто бы нужна была какая-то ненулевая величина, хотя бы вроде минимального элемента разбиения. Сама микросистема (то есть система механических частиц) изображалась одной фазовой точкой, и из нее самой нельзя было получить фазового объема ненулевого размера. Между прочим, фазовый объем имеет размерность так называемого действия. Как раз такая размерность у квантовой постоянной Планка. Классическая механика характеризуется нулевой неточностью в действии, квантовая механика - конечной неточностью, или неопределенностью (постоянной Планка). Последнее означает невозможность указать состояние системы с такой же точностью, как в классической механике - указать одновременно координаты и импульсы с любой точностью. Уже давно стоит вопрос о том, существуют ли более определяющие субквантовые (их называют скрытыми) параметры, которые помогли бы уточнить состояние лучше, чем допускает квантовая механика. Пока большинство физиков считает, что такие параметры противоречили бы квантовой механике, хотя некоторые известные физики с этим не соглашались, например Эйнштейн и де Бройль. Иногда связь скрытых параметров и квантовой механики сопоставляли со взаимоотношением механики и термодинамики, но параллель далеко провести не удавалось как по причине неясностей с обоснованием термодинамики, так и из-за формальных теоретических запретов скрытых параметров в квантовой механике.

Таким образом, весьма желательно было найти у сосуда с частицами что-то характерное ненулевое, тогда с описанными парадоксами, возможно, стало бы легче. В конце концов пришла мысль о важности того, что частицы не чувствуют стенок, пока их не касаются, как бы предоставлены сами себе. И после небольших проб оказалось, что по этой причине определить энергию частиц по давлению, замеренному в течение некоторого интервала времени, можно лишь с ошибкой, обратно пропорциональной этому интервалу. То есть контроль над системой с помощью макропараметров характеризуется ненулевой неточностью с размерностью действия!

### *Прояснение. Задача перевыполнена!*

И тут все озарилось светом понимания! Несомненно, это было именно то, что нужно, и для многих аспектов:

1) Получилась по крайней мере затравка для фазового объема, которого на уровне механики не было.

2) Полученная неточность явно характеризует не систему саму по себе, а контроль над ней, что разводит вроде бы противоречащие свойства на разные уровни или сферы существования: одни - механические - остаются на уровне действительной (или постулированной в модели) реальности, а другие - так называемые макроскопические - порождаются там, где есть контроль над системой, то есть в сфере субъективного. Поэтому фазовый объем, как характеристика неточности контроля, может расти.

3) Логарифм неточности в действии очевидно связан с энтропией, поскольку а) они обе сохраняются на адиабате, б) по смыслу приводят к худшим условиям получения работы - чем неточность контроля больше, тем меньше мы можем получить полезной работы и в) неточность контроля явно может увеличиваться, соответственно - энтропия расти.

4) Получилась модель теории со скрытыми параметрами. Теория оказалась двухуровневой. Следовательно,

доказательства невозможности скрытых параметров в квантовой механике, основанные на одноуровневых моделях [9], не универсальны и потому не могут служить действительным запретом скрытых параметров [8, 10]. Не только возможно, но и несомненно, что парадоксы, возникающие при попытках получить термодинамику как следствие механики, имеют ту же природу, что и нестыковки, запрещающие скрытые параметры. В обоих случаях пары (механика - термодинамика) и (скрытые параметры - квантовая механика) рассматривались на одном уровне существования, что было обычным редукционистским и объективистским упрощением, то есть ошибкой.

Вот сколько положительных и естественных следствий, касающихся всего круга подходящих явлений и удачно их объясняющих и согласующих, последовало за обнаружением неточности контроля над системой в термодинамике. Явно эти соответствия не были случайными, что и подтверждало дополнительно правильность нового общего представления.

### ***Приведение к очевидности согласованности картины как доказательство***

Подобных открытий, пониманий и прозрений бывает много, в том числе при обычном обучении, когда тебя наводят, и ты, наконец, понимаешь, что к чему и как все складно. Вот, к примеру, в школьной истории разгромы крупных восстаний рабов и крестьян сопровождали словами типа: «...но эти восстания не могли победить и были обречены на поражение, потому что время не пришло, и рабы (или крестьяне) не могли создать...» Более глубокая причина этой обреченности интриговала, но на том этапе не сообщалась. Когда же речь пошла о временах крупного машинного и тем более монополистического производства, стало, конечно, ясно, что рабам и крестьянам и в самом деле приходилось надеяться разве что на бога, а в историческом материализме действительно что-то есть.



В каждом отдельном случае попытка объяснить, втолковать, убедить, заставить признать нечто кажущееся правильным сводится к показу по пунктам ясности и складности получающейся картины, к естественному объяснению всех относящихся к делу моментов.

И вот смотришь на все эти примеры и думаешь: а где же доказательство, как вообще доказывать? Хотя вроде и невозможно подумать, что в каждом отдельном случае кто-то не примет данного конкретного объяснения (правда, это бывает сплошь и рядом) - кто будет спорить, видя все это, всю эту естественность, неизбежность и бесспорность? Но сбитый с толку формалистическим пониманием под настоящим доказательством только подобного математическому, даже не подозреваешь подумать, что доказательство - лучшее или не лучшее - перед тобой. И наконец - новое озарение: да вот оно, доказательство-то: сама эта ясно видная, неопровержимо и бесспорно показанная естественность, складность и согласованность всей картины, увязанная со всем остальным знанием! Согласованность всех частей - основной и важнейший критерий истинности представлений, теорий, взглядов. Большого доказательства на данный момент не может быть. И понимаешь, что приведение к такому состоянию видения и составляет метод доказательства в реальности, если не стопроцентного, то и не совсем пустого.

Теперь стоит различные моменты и связи рассмотреть подробнее.

а) Осознание очевидности и следующее отсюда понимание достижения истины - это совершенно то же, что и обычное понимание ранее непонимавшегося, как раз то, что мы делаем постоянно, только первое - это просто решение более важных и сложных по знаниям теоретических проблем. Осознание очевидности - это приход понимания непротиворечивой связи событий (в отличие от перечисления обстоятельств). «Эврика!» - это и был приход понимания, и оно же

было приближением к доказательству. Хотя и по различным причинам и в разной степени не понимавшегося, но первое и второе больше относятся к проблематичным ситуациям.

Когда все оказывается связанным верно, все сошлось, и мы даже видим теперь, как и другие проблемы, прежде казавшиеся вроде бы не связанными с первой, становятся понятными, как все озарилось светом понимания, и все расположилось на своих местах - эта ясность и очевидность, выступающие настолько отчетливо и бесспорно, что возникает восклицание - конечно! вот оно как! иначе и быть не может! все ясно и понятно, ура, ура, ура! - и есть доказательство истины в реальности.

Конечно, если что-то сошлось и согласовалось в небольшой группе фактов или положений или идей, то совсем не обязательно эта согласующая идея должна оказаться совсем уж правильной. Она может не встроиться или плохо встроиться в описание, согласование более широкого круга фактов. В этом случае она оказывается гипотезой *ad hoc* (к данному случаю), она временно, за неимением лучшего систематизирует эту относительно узкую группу явлений. Как говорят, лучше плохая теория, чем никакой, поскольку теория дает возможность хотя бы задавать вопросы и расставлять ориентиры, которые в дальнейшем можно будет уточнять по новым фактам. Иногда, правда, в качестве очевидного берут привычное и не всегда верное, однако в конце концов неуместность неправильного становится видной при расширении опыта, и прежняя согласованность теряется, что требует коррекции представлений.

Я пишу в общем-то известные истины, но все же иногда следует подробно разъяснять даже вроде бы совсем очевидное.

β) Вторым вопросом у нас оказалось: что же такое есть очевидное? Это есть усмотрение согласования всего, что

причастно к этому (данному) вопросу и сама уместность этого вопроса.

Вообще, с точки зрения диалектики эта система доказательства истинности решения, истинности доказательства, истинности усмотрения очевидности (и самой истины) в данном случае - представляется естественно присущей диалектике и в ней сама собой разумеющейся. Это есть часть, диалектической теории. Задачей методологии в целом является усмотрение и иллюстрация этой схемы, осознание, приведение в рабочее состояние и введение в обиход. Последнее означает постоянную настроенность, привычку, метод подходить к реальным задачам комплексно, не хвататься за них обрывочно, беря исходные позиции случайно или из обыденного сознания или из пристрастий определенных групп. Это означает переход к рассмотрению вопросов научными методами, даже в обыденных делах - освобождаясь от бытовых мифов, хотя, конечно, и на разных уровнях строгости, требовательности и серьезности.<sup>1)</sup>

Тут, как и всегда, возникает вопрос: как определить эти уровни строгости? И как всегда, правильный, хотя и не совсем понятный ответ - да в меру! Ведь «древние греки недаром говорили, что последний и высший дар богов

---

<sup>1)</sup> В связи с необходимостью соразмерять требовательность с существом самой задачи интересно замечание А.Ф.Лосева и А.А.Тахо-Годи о близкой идее Платона [11], «которая всегда привлекала к себе самые несхожие умы и которая тоже доставила Платону тысячелетнюю славу. Идея эта заключалась в борьбе против излишеств психологизма и субъективизма, в борьбе против сугубой изысканности и изощренности, в борьбе против философского декаданса. Платон проповедовал идеал сильного, но обязательно простого человека, в котором душевные способности не дифференцированы настолько, чтобы противоречить одна другой, и не настолько изолированы от внешнего мира, чтобы противостоять ему эгоистически. Платон безусловный проповедник всевозможной гармонии - внутри человека, в обществе и в космосе.»

человеку - чувство меры», по свидетельству Тургенева [12]. Не надо доводить ничего до абсурда, в том числе точность и строгость.

В общем, взгляд на мир должен быть пропорциональным, гармоничным и тем самым адекватным ему самому, включающему и нас.

И опять же встает вопрос: какой же взгляд пропорциональный? Да тот, который вырабатывается самым широким согласованием. Но, конечно, совершенно определенно критерия указать здесь нельзя. Наилучший ответ дает развитое понимание и интуиция, пришедшие на основании широких знаний, анализа и синтеза к очевидности. Кто из конкурирующих авторов прав? Да тот, кто рассмотрит вопрос шире и глубже, и результат у которого благотворно воздействует на более широкий круг старых проблем, тот, который опирается на более широкие знания, тот, которому понятны ошибки другого. Очевидность механизма, естественность появления и объяснения, согласованность частей усматриваются при знании частей и проблем их согласования - то есть того, что надо было получить, того, каков материал, какие препятствия к согласованию существовали. Надо чувствовать, что может быть хорошим решением.

Таким образом, очевидность - это дело не простое и легкое, а требующее многих - более или менее достаточных - знаний. А вообще для овладения знанием не исходят из какой-то исходной и окончательной вневременной ясности и очевидности (как у Декарта), а приходят к определенной ясности и очевидности в результате процесса познания.

γ) В различении истины (хотя бы и приблизительной) от фантазий, галлюцинаций и вообще неверностей, ошибочных представлений или просто несколько худших решений естественна параллель с различением состояний бодрствования и сна Гегелем. Разница только в том, что теперь оба состояния (представления) находятся и анализируются в сфере сознательного и ясным разумом. Единственное, что требует-

ся при сравнении - отстранение от всякой заинтересованности помимо усмотрения истины.

«Различие между сном и бодрствованием рассматривается как один из *мучительных*, так их можно было бы назвать, *вопросов*, с которыми обычно обращаются к философии... Трудность, которая появляется при различении обоих упомянутых состояний, возникает, собственно, только постольку, поскольку мы причисляем ко сну и сновидения (то есть помимо самого физиологического процесса сна. - В.Г.) и затем определяем представления бодрствующего, рассудительного сознания также только как *представления*, чем в равной мере являются и сны. При таком поверхностном определении *представлений* оба состояния, конечно, оказываются совпадающими, так как не рассматриваются их различия; и в этом случае при каждом указании на отличие состояния бодрствования от сна можно будет возвращаться все к тому же тривиальному замечанию, что и состояние бодрствования тоже ведь содержит в себе только представления.

Однако *для-себя-бытие* бодрствующей души, понятое *конкретно*, есть *сознание* и *рассудок*, и мир сознания, проявляющего рассудительность, есть нечто совершенно другое, чем только картина, составленная из голых представлений и образов... Бодрствование есть конкретное сознание ... взаимного подтверждения каждого отдельного момента его содержания посредством всех других в той же картине созерцания. При этом нет необходимости, чтобы это сознание было отчетливо развито; но эта всеобъемлющая определенность все же содержится и имеется налицо в конкретном самочувствии.» [13]<sup>1)</sup>

---

<sup>1)</sup> ...которое не содержит памяти об обыденно замечавшихся бы парадоксальностях, указывающих на ненормальность, необычность бытия, так же , как успешная проверка на согласованность построения содержит в итоге запоминаемое обоснованное удовлетворение при опускании промежуточных конкретностей.

Аналогично осознание превосходства одной теории над другой в реальности возникает в усматривании того, что она обеспечивает больший круг взаимного согласования наблюдений и необходимых приходящих обстоятельств. При этом все различные данные и частные теории, а также принимаемые как правила и условия общие положения взаимно подтверждают друг друга. Именно поэтому совершенно ошибочными являются часто встречающиеся предложения явных прожектеров заново, практически с чистого листа переписать более или менее работавшую прежде достаточно общую теорию, например - всю физику или философию. Их построения, поневоле более узкие, не поддерживаются массой других фактических знаний, и являются, выражаясь по-гегелевски, чисто случайными.

Все наши немолодые образованные люди знают об общественно-исторической практике как критерии истины. Каким же конкретным образом он работает? Как необходимость согласования новой теории или модели со всем уже имеющимся знанием. Непосредственное действие этого критерия, то есть учет всей этой практики, происходит через согласования нового знания со всем уже накопленным, новой теории или представления со всеми другими имеющимися к данному моменту теориями и представлениями, которые и отражают и представляют в этом плане всю предшествующую общественно-историческую практику (само собой - в первую очередь согласование происходит с непосредственно относящимися к делу теориями). Требуется, чтобы в итоге получилась единая, полностью согласованная система теорий и вообще знаний, для чего и старое знание может быть скорректировано. В результате не одна только новая вырабатываемая теория выступает как страдательный, критикуемый и оцениваемый объект, но и старое знание. Поэтому с усваиванием нового знания меняются в той или иной мере и базисные положения знаний, так что новые исходные положения, принципы и требования, предъявляе-

мые к очередному этапу познания, не остаются вечно неизменными, а с течением времени развиваются. Таким образом, наука не исходит из каких-то вечных принципов, а сама их разрабатывает и развивает. Да и откуда ей их взять, когда она еще мало знает почти обо всем, в том числе и об этих принципах? Она сама и должна их узнавать, и не чисто логически, а из практического знания мира, потому что только из самого мира можно узнать, что в нем можно делать, а чего нельзя, что хорошо, а что плохо. И теория познания диалектического материализма сама имеет в виду и требует как необходимое и неизбежное собственную коррекцию в соответствии с ростом знания. Говорить, как иногда это делают, о догматическом диалектическом материализме не приходится.

В заключение этого пункта надо сказать, что так как полной, абсолютной очевидности правильности знаний о мире в реальности не бывает, если не учитывать кажущейся, то максимально возможная очевидность (просто картина, представление) на данный момент должна включать также видение или чувство неясных пунктов.

б) Что такое диалоги Платона в методологическом плане? Это есть изображение процесса выяснения истины путем приведения к очевидности, когда все участники (и слушатели) диалога соглашались с таким-то выводом (итогом) в данном пункте, приведения методом согласования относящихся к делу пунктов, причем согласование совершается с помощью контрпримеров, обычно предъявляемых Сократом, после чего (в результате учета которых) выявляется правильное направление на очередной остановке (или перекрестке) на пути к финишному заключению.

Следует отметить, что вообще-то сама возможность достижения конца этого процесса в конкретных случаях неразрывно связана с конечными (ограниченными, небеспрельно критичными) требованиями к ответу, результату. Об этом моменте, исходящем из относительной устойчивости

ощущений, необходимом для возможности общения, существования теорий и вообще жизни, говорилось в [7]. Реально и исследуемые понятия всегда являются несколько размытыми, и требования к ответу тоже. Это неотрывно от субъективного. В противном случае пришлось бы до бесконечности уточнять (и усложнять) формулировку ответа, для чего потребовался бы как минимум бесконечный диалог с неисчерпаемым деревом разветвлений обстоятельств и характеристик. А при конечной требовательности к точности верность объяснения можно увидеть, и оно справедливо уже и только на модели, которая все же есть упрощение, притом конечное. Иначе вообще нельзя было бы действовать результативно и продуктивно.

### *О контрпримерах*

Разрешение проблемы и выстраивание и подчистка результирующей теории, не слишком простой, совершается с помощью поиска контрпримеров, чтобы определить пределы истинности теории и скорректировать ее, а также построить интерпретацию.

Положение с контрпримерами в математике и в науке о реальности, например, в физике, отличается радикально. По-видимому, в математике контрпримеры, во-первых, не слишком или даже вовсе не многочисленны (в одной и той же проблеме), во-вторых - для совершенно определенного отвержения решения или подхода достаточно одного контр-примера, и никто не станет с этим спорить. В физике же нестыкующихся пунктов может быть море, причем соответствующие противоречия могут быть разной силы и разной широты действия, так что бывает неясно, стоит ли те или иные учитывать в данный момент или в данной теории. Ведь в математике все входные условия явно перечисляются, а в физике их и много, и их еще надо увидеть и осознать. Физика стоит перед необходимостью как-то более или менее адекватно описать конечной теорией нечто из неисчерпаемой



реальности. Поэтому нужна какая-то развитая опытом интуиция для того, чтобы где-то разумно остановиться и с нужным весом учесть - часто многочисленные - обстоятельства. Бывает весьма мучительно смотреть на иных математиков, с первого взгляда (или даже слуха) на проблему резво предлагающих - к сожалению скоропалительное - решение.

Невозможность однозначно формально доказать правильность предложенной теории, в связи с неисчерпаемостью реальности и обратностью задачи, является, конечно, чрезвычайно отягчающим обстоятельством. У знакомящихся с ней зачастую имеется другая шкала (веса) приоритетов, поэтому они, во-первых, могут вообще не видеть ее надобности, во-вторых - могут выдвигать не относящиеся к делу контрпримеры, причем, так сказать, паки и паки, в-третьих - не улавливать согласованности новой теории с действительно относящимися к делу данными. В математике же достаточно формальной проверки.

### ***Проверка очевидности - связности и согласованности всей системы***

Надо отметить разницу между окончательным, с помощью анализа разумом, усмотрением очевидности и состоянием «осенило!» - первоначальной догадкой в правильном направлении. Осеняло и осеняет многих и по разным поводам. Например, автор одной известной широкой публике 60-х годов прожектерской книжки рассказывал, что его однажды, когда он в конце зимнего дня стоял на платформе электрички и смотрел на закат солнца, осенило, что выход в сложных, занимавших его физических проблемах - в шарнирной системе координат! По многим популярным публикациям известен также случай, когда человек утверждал, что под наркотиком на него находят озарения и он начинает проникать глубокие истины. И вот однажды при специально предпринятой попытке зафиксировать какой-нибудь его прорыв в знании и понимании была записана одна

такая глубокая истина: «Здесь пахнет нефтью» (возможно, на исходном языке это был бензин). Видно, у одурманенного человека весь мир свелся к этому запаху.

Вообще проверка, рассмотрение должны вестись исключительно разумом, всем его арсеналом. На этапе проверки согласованности схемы, претендующей на правильную, верно объясняющую, никакие подсознания и мистики не должны играть никакой роли - только, как говорится, здравый ум и твердая память. Озарение может быть и случайным, может быть инициировано подсознанием или чем-то еще, например случайностью, но проверка и приведение к выводу, совершение заключения должны делаться сознательно, с открытыми глазами и с полным (максимальным) пониманием ситуации. После того, как выработана наиболее полная модель рассматриваемой ситуации, в свои права должна вступить логика.

Это приходится говорить особенно потому, что иногда исследователи, пытающиеся рассматривать процесс познания со стороны устройства душевной сферы, придают слишком большое значение сбоям мозга и его склонностям в построении результирующей объясняющей схемы. Однако на заключительном этапе отработка такой схемы происходит под контролем отчетливых, практически формальных доводов, когда сбои сознания не играют никакой роли, поскольку сразу же становятся заметными другим как нарушения логики. Какой-то нужной способности мозга может не быть в данный момент у конкретного человека. Ну, например, помрачен у него разум. Или знаний маловато. Но научное сообщество проверит и явные фактические или логические несообразности обнаружит. Так, грамотным людям обычно видны упущения и ошибки прожекторов.

Полнота проверки согласованности схемы может быть проблемой. В физике в конкретном вопросе может быть очень много аспектов, которые одновременно трудно осмотреть, перечислить. Их может быть, с мелкими

ответвлениями, даже слишком много для некоторого этапа рассмотрения. Тогда, во-первых, они обычно рассматриваются по очереди, чему способствует наличие письменности. Во-вторых, для рассмотрения могут строиться иерархические - по уровням важности и общности - структуры с последующим рассмотрением по пунктам и с тем необходимым результатом, что во всех случаях во всех пунктах все понятно сшивается. Обычно у уже работающего в данной области человека такие структуры в основном оказываются приблизительно построенными - человек примерно чувствует (понимает, знает), какого рода эффекты в каких пунктах могут произойти от того или иного решения. И в-третьих - весьма желательна у физика интуиция с постоянной настороженностью и критическим прокручиванием в уме всей совокупности вопросов, связей и согласований, чтобы не упустить чего-нибудь существенного для дела.

### ***Об уклонении от выводов***

Но все же как ни силен разум, а выводы человек сплошь и рядом делает не только по его указаниям, но и по приводящим обстоятельствам.

Так, вспомним, что все объяснения термодинамической необратимости из одной только механики (а не *при механике!*) - очевидно неправильны, поскольку есть запрещающая ее простая и ясная теорема Пуанкаре о (квази)обратимости движения механических частиц в модельном случае замкнутой изолированной системы (ну и другие подобные выводы из свойств механики). Есть также четкие свидетельства по меньшей мере принципиальной дефектности эргодического подхода (Н.С.Крылов, А.А.Власов, Д.Тер-Хар, Р.Балеску). Однако эта очевидность большинство авторов не впечатляет и не убеждает в необходимости всерьез (а то и надолго) взглянуть на проблему и иногда хоть на время приостанавливать писание формул. Человек уклоняется от прямого вывода из

бесспорных фактов, смазывает заключение в пользу прежней, фактически опровергнутой парадигмы. Так что попытки все же построить термодинамику впрямую из механики, так, чтобы термодинамика была столь же объективной, как и механика, и не была бы ничем принципиальным в своих результатах обязана субъекту, продолжаются. Хорошо еще, что были ученые, которых поистине мучила эта проблема и которые особо обращали на нее внимание научного сообщества. Особенно яркими и принципиальными здесь были Н.С.Крылов и А.А.Власов, а сейчас, по-видимому, Р.Балеску. Первые два предложили здесь свои решения, оба неверные. Последний сознательно предложил пока пользоваться старым аппаратом, но помнить о его необоснованности. Во всяком случае, они не пытались замести трудности под ковер и постоянно указывали на несостоятельность обычного обоснования термодинамики и статистической механики.

*Лучшее осознание дефектов теории после нахождения правильного решения*

Но та очевидность несостоятельности обоснования термодинамики становится еще более убедительной, приемлемой и еще более очевидной, можно сказать - максимально очевидной, когда появляется положительное решение, снимающее противоречия, объясняющее появление и место термодинамики иным путем, чем следствием из самой механики. То есть очевидность, ее мощь и весомость могут нарастать при расширении фронта охватываемых явлений и при соответствующем росте знаний. Тогда помимо того, что парадоксы снимаются, всё становится на свои места, и причины прежних затруднений становятся понятными. А ведь при наличии только отрицательных утверждений некоторая парадоксальная неясность, неочевидность всей проблемы все же остается: остается сама неясность того, что же делать с этой термодинамикой, какой же путь может быть, кроме как прежний отрицаемый? Само отрицание

остаётся под сомнением, под давлением другого отрицания. Кажется, что положение не так серьёзно, его можно исправить какими-то мелкими, хотя пока и непонятными корректировками. И при появлении приемлемого решения это давление старого с облегчением снимается.

Здесь действуют причины как психологические, так и связанные с объёмом имеющегося знания. Более общее решение захватывает более широкий круг явлений и тем самым оказывается мощнее и сильнее и делает ситуацию максимально очевидной во всех предыдущих аспектах и некоторых новых. Без этого (расширения кругозора) даже при осознании противоречивости предыдущей парадигмы мысль все же тяготеет к ней, старается крутиться в ней или где-то рядом, не сходить с наезженной колеи, затушевать важность обнаруженных недостатков. Отрицательной информации бывает недостаточно для отказа от несостоятельного решения. Тут действует не логический разум, а как раз его недостаток, компромиссный отход от него. Задачей разума здесь является не поддаваться на соблазны привычного, не затушевывать трудности.

Что делать, когда обнаружены трудности в прежней теории, а решения пока нет? Ну, вовсе не всегда следует выбрасывать старое, до поры, до времени можно использовать прежние рецепты в хорошо установленных практически областях, ведь старая теория вернее всего возникла не просто так, на пустом месте. Но в общем следует помнить о наличии в теории дефектов. Наилучшая стратегия в познании - это, конечно, сохранять и всегда, хотя бы за кадром, иметь в виду все достаточно прочно установленное знание, причем с выявленными весами достоверностей, которые тоже есть знание. Требуется сознательное усилие или твердая привычка, чтобы при решении вопроса и оценке правильности решения использовать критерии из этого знания, а не склонности и пристрастия. Совершенно так же, как требуется, скажем, обращаться к сознанию и подавлять разумом произволь-

ные, безотчетные страхи подсознания в темноте. Можно сказать, человеку все человеческое тут должно стать чуждо, он тут должен стать бесстрастной машиной по выработке вердикта. При принятии решения вопрос должен быть единственным: верно это или не верно, так это или не так. Это должно включать также и оценку надежности принимаемого решения.

Обнаружение правильного решения освещает старые несообразности, делает их более отчетливыми, потому что объясняет причину их происхождения - прямо как при историческом рассмотрении объекта. Бывает, такое понимание старых заблуждений и их неприятие становится настолько отчетливым, что затрудняет их изложение при написании отчета или рассказе о них - ведь как последовательно и логично изобразить несообразность? Старое представление с его противоречиями начинает казаться таким уродливым, что мысль протестует, отказывается последовательно излагать противоречивую вещь.

Есть сложные и совсем простые случаи, когда неправильность никак не понимается именно из-за незнания правильного. Вроде бы исходное и неправильно, но иначе, кажется, и быть не может, и исходное просто должно быть правильным, потому что само является (считается) эталоном.

Один такой очень важный, уже упоминавшийся пример - взятие математического критерия правильности - строгой формальной доказанности - за образец доказательства истинности, правильности в познании реальности (см. обзор в книге [14]). Обычно методологической несостоятельности такого требования вообще не видят, хотя о неисчерпаемости мира знают. И применяют его с особой претензией на научность, тем самым делая эту ошибку респектабельной, как бы отмывая ее. Выше было описано доказательство естественного происхождения религии на основе реалистического подхода к доказательству в противовес математикообразному, из которого вообще ничего нельзя

получить. Оригинально, что сторонник религии критикует применяющих математизированный критерий за вывод о невозможности доказать существование бога. «Философы вообще исказили образ науки. Они могут изречь: “Наука доказала, что Бога нет”. Более хитрый философ выдвинул популярный тезис о том, что ни доказать, ни опровергнуть существование Бога нельзя.» ([15], с. 32.) «Канту принадлежит лукавый тезис о том, что существование Бога нельзя доказать и нельзя опровергнуть. Этот лукавый тезис соблазнил многих русских интеллигентов, включая великого писателя Л.Н.Толстого.» ([15], с. 34.) Тезис-то хоть и популярный, но вовсе даже и не лукавый, а вполне чистосердечный, но просто неверный, и его неверность произносящие его не осознают, как и автор [15] не знает настоящего критерия, хотя, по-моему, он ему и не нужен.

\* \* \*

Касательно расширения знания и роста очевидности стоит заметить еще следующее. Говорят, в многознании много печали. Это верно лишь частично, и в основном только на некотором этапе, когда наивный оптимист с удивлением и разочарованием обнаруживает, что не все так прекрасно в этом лучшем из миров. При дальнейшем узнавании, и особенно при жизни в деятельности, свет знаний и умения наоборот - придает спокойствие и уверенность, ведь свобода - познанная необходимость.

## 2. Против методологического разоружения

Ныне модно считать философию не наукой. Разброд в умах самих философов с количественным перевесом явно в пользу «нигилистов» хорошо виден по дискуссии «Наука ли философия?» в журнале «Философские науки» в 1989 г., начиная с № 6. Это поветрие идет как от людей, считающих себя философами, так и от специалистов других сфер, отчасти просто малограмотных, отчасти раздраженных разнбоем

у философов. И те, и другие фактически считают философию болтологией. Из них профи, правда, думают, что в философии позволительно (имеет смысл, на то она и философия) высказывать бесконтрольно все, что взбредет в голову по поводу философических тем, о чем философ Гегель говорил [16]: «...философствование без системы не может иметь в себе ничего научного; помимо того что такое философствование само по себе выражает только субъективное умонастроение, оно еще и случайно по своему содержанию. Всякое содержание получает оправдание лишь как момент целого, вне которого оно есть необоснованное предположение или субъективная уверенность.» Это поветрие совершенно обезоруживающе и разрушительно. Все-таки и философия тоже может быть наукой, если она не ограничивается случайными мыслями, а систематически изучает мир и делает выводы, опираясь на весь опыт человечества.

С другой стороны, ученым «конкретных» наук полезно было бы послушать другое поучение Гегеля оттуда же: «Философия часто считается формальным, бессодержательным знанием, и нет надлежащего понимания того, что все, что в каком-нибудь знании и в какой-нибудь науке считается истиной и по содержанию, может быть достойно этого имени только тогда, когда оно порождено философией: что другие науки, сколько бы они ни пытались рассуждать, не обращаясь к философии, они без нее не могут обладать ни жизнью, ни духом, ни истиной.»

Отчасти мнение о ненаучности философии идет от плюралистских тенденций, имеющих происхождение на Западе в качестве результата логического развития важного течения тамошней методологии. Оригинальна история и судьба в 20-м веке у западноевропейской ветви теории познания, в основном применительно к физике. Во времена научного оптимизма, когда открытия сыпались как из рога изобилия, у методологов, не знакомых с диалектикой (хотя они, вероятно, о ней слышали и даже, возможно, читали),



появился критерий верификации, который в простом варианте вылился для обычного физика-прикладника в очевидное для него требование строить теории по фактам, что он в общем-то и сам знал. Однако это простенькое, типичное для метафизиков и позитивистов решение довольно быстро было раскритиковано и дискредитировано явными к тому времени недостатками. Во-первых, теории вовсе не всегда идут строго по фактам, что лишает критерий требовавшейся определенности. Во-вторых, сами факты зависят от интерпретации, то есть от принятой теории или представления (не бывает фактов без интерпретации), так что в недialeктическом подходе получается порочный круг, и рост знания невозможен. В действительности же, как верно сказал весьма близкий к диалектике А.Н.Уайтхед, «существует один всеобъемлющий факт - разворачивающаяся история Вселенной.» ([17], с. 550) Примерно как у Беркли в его «опровержении» материализма совершенно правильно получился как вещь в себе (сам по себе, без субъекта) только один объект - совпадающий со всей материей, что он необоснованно принял за недостаток материализма вообще, а не метафизического материализма, только и известного в его время. И в обоих случаях надо научиться получать отдельные более мелкие факты и объекты - без деятельностного подхода задача неразрешимая. Отсюда ясно, что задача установления критерия адекватности теории и правильности познания не так проста и прямолинейна, как представляется даже самым умудренным позитивистам. Но и не вовсе безвыходна.

Верификацию сменил выдвинутый К.Поппером критерий фальсифицируемости теорий, который триумфально шествует по миру уже полвека, а в последнее десятилетие официально завоевал и вузы нашего отечества. Мне кажется, что до выдвижения такого критерия трудно было додуматься. Мысль была хотя и естественно возникающая в размышлениях, но вроде тут же и уходящая. Оригинальной и, по моему, даже уникальной особенностью критерия фальсифи-

цируемости явилось то, что он уже не говорит о верности, адекватности или какой-либо точности теории, а оценивает только принадлежность ее к разряду научных, да и то скорее в отрицательном плане: теория не является научной, если она не фальсифицируема, что понимается как невозможность в принципе противопоставить ей (и даже помыслить) никаких возражений и опровержений. Тут сразу же появляется масса спекулятивных рассуждений о нефальсифицируемости ряда не уважаемых нами теорий. Но в действительности затруднительно вступить в спор только с невнятным бредом, да и то если его рассматривать изолированно, только самого по себе, без взгляда извне, не используя общее знание - ведь в противном случае можно поставить диагноз! Так что критерий фальсифицируемости есть чисто надуманная, не работающая, неконструктивная, пустая конструкция. Тот же Уайтхед раньше и гораздо точнее сказал ([17], с. 555): «Систематическое познание... в общем и называется наукой.» Никакому реальному ученому-практику никогда и в голову не придет проверить: а вдруг его измышления нефальсифицируемы? У этого критерия нет области приложения! И при этом множество образованных людей восторженно упоминают его в своих сочинениях. Поневоле вспомнишь мудрого Г.К.Честертона [18]: «Те, кого мы зовем интеллектуалами, делятся на два класса: одни поклоняются интеллекту, другие им пользуются. Бывают исключения, но чаще всего это разные люди. Те, кто пользуется умом, не станут поклоняться ему - они слишком хорошо его знают.»

### ***Научные модели мира и общезначимость науки***

Но у критерия фальсифицируемости есть одно положительное качество. Его относительно нетрудно запомнить к экзамену. Но в последнее десятилетие у нас гораздо больше стали «проходить» и Э.Гуссерля - тоже в связи с той же злосчастной проблемой истинности отражения и познания. У него короткой шпаргалкой не отделаешься, а уж связи массы терминов и их понимание уловить еще труднее.

Однако если посмотреть на суть разбираемых им вопросов и на ракурс, в котором Гуссерль смотрит на проблему, то окажется, что и они не имеют практического приложения в работе реального исследователя природы и общества, разве что кроме психологов при рассмотрении ими некоторых проблем их сферы.

Надо отметить, что вместо зависящего от вполне субъективных особенностей простого чувственного одноментного знания и отражения какого-то состояния мира, с которого начинается анализ Гуссерль, в науках о природе и обществе изучается поведение, связь вещей, которые отмечаются и понимаются не чувствами, а умом, фиксирующим, обрабатывающим и сопоставляющим чувства, действия и результаты.

Некоторое время назад я был удивлен, озадачен и не сразу осознал смысла вопросов в интернетной конференции, когда ко мне как к физiku обратился кто-то, видимо, связанный с психоанализом, за пояснениями: какую роль играют особенности, склонности, ошибки, неточности, сбои работы мозга в построении какой-нибудь физической теории? Я никак не мог понять, как и в какой этап приделать этот вопрос к процессу порождения теории. Потом все же осознал, что мы существуем и думаем в разных мирах. Они представляют (я не думаю, что обдуманно, а просто бессознательно переносят свой привычный опыт), что физическая теория возникает как впечатление от мира, как субъективная картина - вроде чувственного отпечатка мира, видимого именно данным субъектом с его личными ощущениями и строем чувств. Но это совершенно не так. Физическая теория не создается как картина кистью из чувственного субстрата по образцу, не рождается как ощущение от внешнего воздействия. Она строится как модель, как конструкция из конструктора из элементарных кирпичиков, обозначающих объективные свойства, действия и процессы, скроенные по эталонам, совершенно одинако-

вым для всех, по крайней мере имеющим не слишком различающуюся практику, общезначимым в плане сравнения с реальностью. И эта конструкция сравнивается с реальностью или с какой-либо ее частью по производимым - наблюдаемым и модельным - эффектам, причем оцениваемым стандартными для данной науки средствами. В таком случае сравнение конструкции с реальностью совершается разумными людьми одинаково. Вроде того, что совпала ли одна риска с другой или нет, - результат будет один и тот же для всех. Так что законы Ома или Ньютона, открытые другими людьми, отличались бы только названиями и обозначениями.

Если предложенная конструкция при сравнении с реальностью не выдерживает критики, то она отбрасывается и заменяется новой. Это сравнение производится в принципе совершенно единообразно всеми субъектами независимо от количества у них ног, голов, от их возраста и темперамента, лишь бы они могли логически мыслить. И сравнение может производиться по пунктам в разных последовательностях, результат не изменится.

В итоге физические теории, как и чисто формальные математические, общезначимы для всех субъектов, если теории достаточно полны, чтобы субъект мог построить и применить инструментарий, необходимый для оперирования объектами, описываемыми теорией. Всякий индивидуализм (индивидуальность) здесь исчезает, решает только разум. Конечно, если он с существенным дефектом, то данный субъект просто выпадает из разряда нормальных пользователей теорией. Но различие в темпераментах, склонностях и прочих подобных особенностях субъекта, не относящихся к чисто рассудочному разуму, не влияет на результаты проверки и пользования теорией. Теория принимается или не принимается одинаково всеми разумными людьми (практически, конечно, не всегда легко и быстро).

К тому же Гуссерль слишком неосторожно говорит об объекте отражения, не поясняет достаточно строго и реалистично, что такое объект. Вообще, западные философы, не воспринявшие диалектическую теорию познания, плохо понимают, что в научном отражении строятся модели не как картины, а деятельностные, практические - соответственно данной сфере науки.

В отличие от интенциональностей и прочих моментов непосредственного перетекания у Гуссерля объектов наблюдения в объекты отражения, научное отражение реальности (теории) строится в виде моделей, которые состояются не из непосредственных субъективных откликов (ощущений, чувствований, впечатлений), а из формальных блоков элементарных событий и действий с модельным материалом, построением из них некоторых требуемых конструкций. Без теории отражения, созданной в диалектическом материализме, говорящей фактически, что теории есть идеальные модели, адекватность которых осуществляется практическим сравнением, а сравнение всегда не абсолютно точно, ничего этого нельзя понять. Одно то, что Гуссерль постоянно говорит о направлении внимания на некоторый предмет, указывает на принципиальную невозможность наличия у него строгости, из-за которой вообще предпринято его построение, - потому что пока что в самой неисчерпаемой материи нет никаких отдельных предметов, так что предмет, на который вроде бы направлена интенция, - всегда один и тот же - материя.

### *Верность познания - не в чувствах, а в разуме*

Реально мы не можем познание основывать как на исходном только на ощущениях и некоторых немного более высоких чувствах, возводить на этих основаниях высший уровень познания, хотя без них и не может быть связи с миром (и нас самих), и ощущения уже накладывают принципиальный отпечаток на формы отражения (в принци-

пе одинаковый для всего познающего - структурирование и упрощение отражаемого в отражении [8]). Но их еще недостаточно для достижения необходимой для появления науки вещи - разума. При наличии ощущений, чувствительности все же развитие может ограничиваться достижением только очень низкого уровня, без всякой возможности научения. Так что не вот из чувств получишь разум и проверишь правильность познания. Разум надо получать у очень сложных объектов. Но с ними трудно работать, трудно анализировать и тем более синтезировать их результирующие эффекты. Некоторую аналогию могут представить проводившиеся расчеты [19] турбулентности в кильватерной струе корабля при исходных объектах среды - молекулах воды. Во-первых, приблизительная модель следа за кораблем, видимо, попроще разума. Во-вторых, расчет проводился на мощных суперкомпьютерах. В-третьих, все равно восхождение от молекул к турбулентным образованиям было разбито на несколько этапов, когда некоторые усредненные результаты расчета на предыдущем этапе брались как новые элементы системы. Нескольких же чувств для получения разума мало, а если исходить из нейронов, то при обобщениях (вроде крупнозернистого усреднения) можно и чувств как чувств не получить.

Но в действительности для анализа вообще возможности у реального научного сообщества правильности познания нет необходимости опускаться как на исходное (а не лишь как к приборам) на такие глубинные уровни отражения. Изучать надо познание уже разумных существ, так как о неразумных как познающих вообще не идет и речи. Тем более, что в познании важны сведения, получаемые не только прямо и непосредственно от ощущений от изучаемого объекта. Сведения могут быть и косвенными, через приборы, а также получаться от других людей. Непосредственные ощущения имеют конкретную ограниченность как в характере (спектре) чувств, так и в точности. Искусственные

механизмы отражения принципиально и без видимых ограничений расширяют возможности познания. Но такие сведения не могут быть получены без разума. Все это лежит вне сферы подхода Гуссерля.

И не надо переживать, что при каких-то чувствах у нас никак не получается разум. Значит, этот объект - не член научного сообщества, тем более не характерный его представитель. В научном сообществе - только разумные члены. И в анализе методологии познания надо исходить не из самых чувств, а уже с уровня разума (мозгов), который рассматривает ситуации - комплексы событий, которые вообще не могут быть увидены чувствами, - и выводит заключения. Вот методы-то рассмотрения ситуаций в общем случае и производства заключений в плане их способности приводить к правильным результатам и есть предмет изучения методологии.

Да и истинности познания нельзя увидеть из анализа работы самих по себе ощущений и чувств вне деятельности. Хотя бы уже потому, что отражение не есть зеркальная копия реальности и существует в другой сфере бытия. Как мы можем вообще сделать заключение об успешности познания, постоянно видя искажение «эманаций» объекта чувствами? Никак и никогда. Правильность познания не проверяется по степени зеркальности отражения, которое к тому же есть нечто неизвестное, не наблюдаемое, а определяется по успешности деятельности и тем надежнее, чем шире, разностороннее деятельность. Помимо этого очевидно, что возможность познания и устойчивости, сохранения значения знания зависит не только от свойств чувств и вообще аппарата отражения, но и от свойств отражаемого, изучаемого материала, познаваемого мира, который в принципе мог бы быть например, совершенно неустойчивым, что лишало бы всякое знание какого-либо значения. Вообще необходимым условием правильной, успешной ориентировки (познания) является наличие фиксации устойчивого соответствия

эффектов влияния объектов характеристикам (условиям) воздействия, чтобы вообще можно было говорить о возможности установления (выяснения, обнаружения) причинной связи. С помощью каких средств и промежуточных форм это соответствие будет установлено - безразлично (так что, например, глаз и искусственный оптический прибор с каким-либо преобразователем эффекта не обязательно следует принципиально различать). Конечно, этого недостаточно для правильного познания: на любом последующем этапе процесс познания и правильного применения его результатов в деятельности может быть нарушен, прерван. Все это совместно испытывается в деятельности, поскольку, чтобы быть систематически успешными, действия должны соответствовать объективному состоянию вещей. И осознается успешность умом-разумом, а не самими первичными чувствами.

Получается, что для практических ученых построения Гуссерля оказываются, за указанным мной исключением, по меньшей мере очень далекими и бесполезными. Я думаю, в этом плане ситуация с трудами Л.Витгенштейна примерно аналогична. Недавно у нас вышла обзорная книга А.З.Черняка [20] с подходящим к теме этой заметки названием: «Проблема оснований знания и феноменологическая очевидность.» И он в завершение изложения исследований Гуссерля и Витгенштейна в этом направлении не указал убедительно ничего реально конструктивного и практически пригодного.

Вот яркие примеры разницы интересов и уместности диамата и абстрактной или частной философии, которая несколько не нужна, не интересна и не будет известна никаким практикам кроме, возможно, психологов. Причина этой разницы - в разном понимании критерия истины, что в свою очередь проистекает из обращенности диалектического материализма к общей практике, а частных систем - к отдельным, частным ее сторонам, и, соответственно, к частностям познания. В методологии познания надо обращать



основное внимание на знание и разум, а не на подсознание. Склонности и странности не имеют никакого отношения к той очевидности, которая является доказательством, и, соответственно, к выбору правильной теории, являющейся решением (фактически единственным, если говорить о наилучшем) в данной ситуации. Это не личная очевидность или не вполне личная очевидность, а очевидность для науки, потенциально одинаковая для всех носителей разума. Если кто-то не понимает новой правильной теории, то это его заботы в плане постижения научных достижений. А в методологии познания физики вопросами, кардинальными для выбора путей и методов исследования, то есть и для правильности познания, являются, например, возможность или невозможность познания, приближительность или точность моделей природы, наличие или отсутствие конечных структур материи, исчерпываемость или неисчерпаемость познания, состоятельность или несостоятельность редукционизма и т.п., в которых ни о каких сторонах психологии нет речи. Нигде в практических приложениях ответов на эти вопросы не ставится вопрос о нормальности самого исследователя. К наличию нестыковок, трудностей и парадоксов теории или к их отсутствию также не имеют отношения личные качества исследователя. Это вопросы не методологии физики.

### ***Наши достижения***

Имеется анализ (а вообще об этом в действительно исследовательском аспекте пишут мало), который стоит как бы между начальной установкой Гуссерля и даже чуть ли не Декарта и деятельностным подходом. Статья Г.А.Смирнова «Очевидность как основание знания» [21] начинается с метафизической схемы: «В составе любой научной теории есть сущности и структуры, которые осознаются как нечто самоочевидное... исходные сущности и структуры должны быть очевидны в том смысле, что все их характеристики, все

их особенности должны усматриваться непосредственно из них самих, причем усматриваться с той степенью ясности и определенности, которая исключает возможность разночтения, что важно как с точки зрения достоверного знания исходных образований, так и для обеспечения надежного фундамента для всей системы знания, опирающейся на данные "самоочевидности".» (с. 56) Ясно видно, что никакого самопознания и саморазвития абсолютной или какой-либо иной идеи, а также знания здесь нет. Зачем Г.А.Смирнов написал о «любой научной теории» - непонятно, так как ниже он опровергает это утверждение.

Приводимый им затем пример показывает, откуда идет этот подход с приписыванием обязанности исходным сущностям и структурам быть очевидными с самого начала - от математического идеала: Евклид начинает с самоочевидных утверждений, а неочевидные - теоремы - выводятся очевидными шагами. Но все-таки в наше время, слава богу, уже известно, что, «как выяснилось, истинность (судя по контексту, видимо, абсолютная, которую Г.А.Смирнов в конце 20-го века где-то нашел в реальном, а не математическом познании. - В.Г.) любого утверждения, независимо от того, какую функцию оно выполняет в ходе построения теории, - принимается ли без доказательства в качестве аксиомы или же выводится на основании определенных правил из других утверждений, - не может быть усмотрена из него самого. Истинность - это характеристика не изолированного, отдельно взятого утверждения, а утверждения, рассматриваемого в соотнесении с другими положениями данной теории.» (С. 56) Это уже хорошо, если рассматривать заключение благожелательно и принимать утверждения за определения структур и сущностей - ведь не совсем понятно, как делать утверждения, не имея о чем - о каких сущностях и структурах - вообще говорить, не говоря уж об их истинности! Но все же сдвиг в сторону комплексности решения наметился.

В дальнейшем начинают просвечивать контуры деятельности подхода. «Если же руководствоваться строго определенным набором операций, каждая из которых позволяет выделить сущность определенного типа (как будто в природе есть сами по себе конечные конкретные сущности, и они могут быть выявлены какими-то отдельными операциями! - В.Г.), и осуществить их в заранее определенном порядке, то независимо от того, кто и когда их применяет по отношению к определенному “объекту в себе”, результат будет один и тот же: либо в этом объекте будут зафиксированы сущности и отношения соответствующих типов, либо нет. Структуры теоретического знания задают формы, в которых обязательно предстанет “объект в себе” перед познающим субъектом, если последний будет воспринимать его только при помощи определенных познавательных операций.» (С. 67) Это изложение напоминает описание в деятельностном подходе [22, 7, 8, 23] двухфакторного механизма формирования объектов в отражении [8]: 1) материалом, с которым производится деятельность, и 2) целью, средствами и способом деятельности. Как оказывается, и в век информации статьи по модной и действительно актуальной и важной теме, опубликованные в основных журналах, могут умирать непрочитанными, караван продолжать идти своим путем, а история велосипеда начинаться заново.

Затем Г.А.Смирнов указывает, что исходить надо из операций парного различения вроде «теплое-холодное» и «оппозиций типа “хорошее-плохое”». Да, но исходят все эти разграничения и классификации первоначально от ощущения [24, 25], то есть от субъекта. А из наличия парных классификаций, а также из наличия ощущений еще не следует обязательного появления познания, успешной деятельности и очевидности, вообще говоря, непонятно чего. Так, при наличии ощущений лягушка тем не менее не может остановиться и задуматься, то ли она делает, когда снова и снова

автоматически выбрасывает язык в направлении пролетающей перед ее глазами искусственной мухи и накалывается на подставляемую иглу. А бедный тритон, которому перешили лапы наоборот, так и не отучается пятиться назад - от пищи, которую он видит перед собой.

Итак, Г.А.Смирнов не указал, какая очевидность стоит в основании знания, как и какую очевидность использовать как опору в познании, например - в критерии истины, и к чему вообще в заглавии его статьи упомянуто слово «очевидность». Неужели только в отрицательном плане: для того, чтобы показать, что познание нельзя основать на какой-то отдельной очевидной истине или наборе их? И тем более получить, исходя из них, все знание о мире? Но это в общем-то давно понято. А по делу не указано на какую-то действительную очевидность, способствующую завершению вывода. И в этом отношении он вместе с Гуссерлем, которого цитирует, в практическом отношении к реальному познанию стоит позади Шопенгауэра, который ясно сказал, что его занимает очевидность самой истины, а не формалистических основ познания. В любом случае от очевидности элементарных определений до очевидности или правильности истин о реальном, а не математическом мире - дистанция огромного размера, явно непреодолимая, поскольку реальный мир не обязан следовать из наших определений как математика из выбираемых аксиом [26, 3]. Во-первых, мы должны его изучать, а не предписывать ему те или иные интересные нам долженствования. В математике определения порождают мир, который узнается построением его из элементов, а не обратным узнаванием. Здесь же мир уже есть, и статус элементов его познания, элементов действия и языка выражения принципиально меняется: они относятся только к форме выражения, но что выражать - определяется только отражаемым миром, и от содержания зависит форма, так что в реальности эти первичные элементы теории точнее всего определяются в конце, с выяснением содержания и даже

после выяснения более глубоких причин анализируемой феноменологии.

Во-вторых, несостоятельность выяснения правильности познания на пути построения процесса познания из элементов, по крайней мере практическая невозможность доказательства успешности познания при наличии тех или иных элементарных свойств отражения следуют из наличия того, что называют несводимостью высших уровней движения материи к низшим. В исходных элементах отражения не содержатся высшие его формы, мы не умеем проводить синтез такой сложности, так что для доказательства достаточного уровня способности отражения в действительности надо сразу требовать уже этой способности. В математике же все движение в данной дедуктивной схеме происходит на одном уровне, и все следствия получаются тождественными преобразованиями.

В-третьих, помимо более или менее нормальных реакций первичных ощущений и чувств плюс нормальной разумности субъекта для правильного познания нужен еще и третий уровень: сами знания о правильном познании, то бишь хоть какое-то знание методики, а лучше - наилучшей, научной, передовой методологии познания, в чем и заключается ее необходимость. И.П.Павлов указывал: «Наука движется толчками, в зависимости от успехов, делаемых методикой. С каждым шагом методики вперед мы как бы поднимаемся ступенью выше, с которой открывается нам более широкий горизонт, с невидимыми раньше предметами.» Сколько ни изучай у человека энцефалограмму, а нельзя решить, правильно ли он решил какую-то проблему.

Причиной «микроскопического» подхода к вопросам истинности познания, причиной начинания с элементов и определений, с как бы постороннего, побочного к главному вопросу анализа и обсуждения, причиной склонности к недиалектическим логико-структуралистским методам является явное или неявное взятие математического

познания за образец и эталон познания вообще, незаконная экстраполяция математических критериев правильности на исследование реальности. Разница с диалектическим подходом кардинальная, поэтому работы в этих подходах выглядят так по-разному и как будто существуют в разных, непересекающихся мирах. Если говорить упрощенно, то для оппонентов недоступный им диалектический подход выглядит как галиматья и словоблудие, а эти оппоненты для диалектиков, как известно, вполне ясно - как абсолютизаторы отдельных сторон познания, примитивно вырывающие из комплексной методики какие-то ее аспекты.

Надо сказать, что для продвижения в спорных темах желательно выбирать для анализа задачи, решение которых не допускает очень уж расплывчатого толкования и проверки. Так, Г.А.Смирнов, указав на парные элементы, подошел к деятельностиному подходу. Но за последние больше чем три десятка лет деятельностиный подход, вроде бы оживший и сдвинувшийся с места в статьях Г.П.Щедровицкого и других наших авторов, не дал ничего конкретного и результативного. По-видимому, это происходило от неконкретности, излишней сложности задач, которые попадали в круг их знаний, интересов и, соответственно, рассмотрения. И здесь физика с разными уровнями описания (например, механическим и термодинамическим, квантовомеханическим и классическим и т.д.) предоставляет большие возможности для анализа, чем привычные для нашей философии общественные науки, поскольку требует ответа с точностью до чисел.

\* \* \*

Хорошая же вырисовывается картина! Если учесть, что сейчас у нас в вузах положительной основой теории познания является странный критерий фальсифицируемости Поппера, который обычным ученым непонятно к чему прикладывать, отрицательной (можно смело так выразиться) основой - теоретико-познавательный анархизм П.Фейерабен-

да (см. о нем [7] и третий параграф третьей главы книги [8]) и методологический плюрализм многих других, а в качестве хрестоматий - эзотерика В.Шмакова и К.Кастанеды и измышлизмы «Розы мира» Д.Андреева, то изучаемые сейчас в вузах курсы философии и культурологии вместо подачи нормальной теории не столько вооружают исследователя и практика, сколько разоружают. Чем же пользоваться нормальным прикладникам?

Методология не должна сводить свою задачу к указанию нам в качестве своего последнего и высшего слова вывод, что любая теория может ошибаться, быть неточной. Это в общем достаточно известно уже давно, по крайней мере диалектической теории познания. «Панический страх заблуждений означает смерть для прогресса, а любовь к истине - его гарантию.» ([17], с. 350) Методология должна не постулировать, а изучать и показывать реальный процесс познания, объяснять, как понимать адекватность теорий, как теории могут ошибаться, как делать по возможности меньше ошибок, как увеличивать надежность предсказаний.

Пусть уж, кто хочет, сам занимается собиранием почтовых марок, но в вузах надо учить теории, практичней которой нет.

- [1] Зубков С.А. О познавательном статусе очевидности / Поволжский журнал по философии и социальным наукам.  
<http://www.ssu.samara.ru/philosophy/Articles.asp?ArticleID=12634>, 10/12/99.
- [2] Шопенгауэр А. Собр. соч. в 5-ти томах. Т. 1. - М.: «Московский клуб». 1992. С. 7.
- [3] В.Б.Губин. О связи стилей математического и физического мышления с природой задач математики и физики / Вопросы философии. 1998. Вып. 11. С. 142-148.

- [4] Ситковский Е.П. Учение Гегеля о человеке. Послесловие / Гегель. Энциклопедия филос. наук, т. 3, Философия духа. - М.: Мысль. 1977. С. 445.
- [5] Сухов А.Д. Философские проблемы происхождения религии. М.: Мысль. 1967.
- [6] Шелли П.Б. О будущем состоянии / Триумф жизни: Избранные философско-политические и атеистические трактаты. - М.: Мысль. 1982. С. 155.
- [7] Губин В.Б. О совместимости, согласованности и преемственности физических теорий / Философские науки. 1989. № 12. С. 107-112.
- [8] Губин В.Б. Физические модели и реальность. Проблема согласования термодинамики и механики. - Алматы: МГП «Демеу» при изд. «Рауан» Минпечати Республики Казахстан. 1993.
- [9] Ахиезер А.И., Половин Р.В. Почему невозможно ввести в квантовую механику скрытые параметры? / УФН. 1972. Т. 107. Вып. 2. С. 463-479.
- [10] Губин В.Б. Об аналогии между термодинамикой и квантовой механикой / Философские науки. 2000. № 1. С. 125-138.
- [11] Лосев А.Ф., Тахо-Годи А.А. Платон. Аристотель. - М.: Молодая гвардия. 2000. С. 167-168.
- [12] Тургенев И.С. Литературный вечер у П.А.Плетнева.
- [13] Гегель. Энциклопедия философских наук. Т. 3. Философия духа. - М.: Мысль. 1977. С. 93-94.
- [14] Кезин А.В. Научность: эталоны, идеалы, критерии. - М. 1985.
- [15] Хромов Л.И. Союз науки и религии / Русское самосознание. 2001. № 8. С. 30-48.
- [16] Гегель. Энциклопедия философских наук. Т. 1. Феноменология духа. - М.: Мысль. 1974. С. 100.



- [17] Уайтхед А.Н. Избранные работы по философии. - М.: Прогресс. 1990.
- [18] Честертон Г.К. Упорствующий в правоверии / В сб. «Писатель в газете». - М.: Прогресс. 1984. С. 324.
- [19] Белоцерковский О.М., Опарин А.М. Численный эксперимент в турбулентности: От порядка к хаосу. Издание 2-е, доп. - М.: Наука. 2000.
- [20] Черняк А.З. Проблема оснований знания и феноменологическая очевидность. - М.: «Эдиториал УРСС». 1998.
- [21] Смирнов Г.А. Очевидность как основание знания / Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник. 1998. Ч. 1. - М.: «Эдиториал УРСС». 1999. С. 55-76.
- [22] Губин В.Б. Энтропия как характеристика управляющих действий / Журнал физической химии. 1980. Т. 54. Вып. 6. С. 1529-1536.
- [23] Губин В.Б. О роли деятельности в формировании моделей реальности / Вопросы философии. 1997. № 8. С. 166-174.
- [24] Губин В.Б. О выделении физических структур. Деп. ВИНТИ № 4813-82Деп. 1982. 19 с.
- [25] Губин В.Б. К вопросу о выделении и связи уровней движения материи. Деп. ВИНТИ № 5315-82Деп. 1982. 38 с.
- [26] Губин В.Б. Математика как формализованная имитация этапа структурирования мира в отражении субъекта / Философские науки. 1996. № 1-4. С. 196-206.

«Функциональные пространства. Дифференциальные операторы. Проблемы математического образования.»

Труды Международной конференции, посвященной 75-летию члена-корреспондента РАН, профессора Л.Д.Кудрявцева. Том 3. Изд. Российского университета дружбы народов. 1998 г. Стр. 108-111.

## МЕТОДОЛОГИЯ ПОЗНАНИЯ И НРАВСТВЕННОСТЬ

В.Б.Губин  
*РУДН, ЦИТ*

Вопрос о связи поисков истины и направления обучения с нравственностью возник не вчера. Вообще нравственность и знание - это, так сказать, два берега у одной реки - реки жизни. Бертран Рассел считал [1]: «На мой взгляд, благая жизнь - это жизнь, вдохновляемая любовью и направляемая знанием. ...Ни любовь без знания, ни знание без любви не могут привести к благой жизни.» А в настоящее время эта проблема стоит особенно остро.

Так, в школах втихую, как само собой разумеющееся, практически без какого-либо сопротивления со стороны как научного, так и преподавательского сообществ стали преподавать историю и литературу в явно искаженном виде. Почти беспрепятственно пропагандируются религия, другие суеверия и лжеучения типа астрологии. Передергиваются, смешиваются понятия уважения чувств верующих с уважением к самой религии. Затемняется вопрос о том, что преподавать: более или менее познанную истину или суеверные рассказы старых бабок. Закрывать на это глаза научному сообществу нехорошо. Его стеснительная молчаливость в этом случае способствует сну разума, когда порождаются чудовища.

Но здесь я хочу сказать о более узком, более, так сказать, профессионально-технологическом аспекте нравственного поведения при поиске истины и в преподавании чего-то научно установленного. Известный в прошлом экономист Маркс называл безнравственным человека, который делает научные заключения, сообразуясь с теми или иными человеческими интересами. Действительно, наука после средних веков в общем рассталась с подходом к природе с вопросами «зачем, с какой целью» и перешла к вопросам «что происходит, как и почему». Ученый и должен выяснять эти вещи такими, как они есть, нравится ему эта истина или нет, не привнося в ответы на них ничего личного.

Герцен в ответ на обвинения церковниками ученых в гордыне, писал [2]: «Многие ... думают, что это гордость мешает верить. Но отчего гордость не мешает учиться? Что может быть смиреннее работы мыслителя, наблюдающего природу? Он исчезает как личность... Он знает, как он далек от полного ведения, и говорит это.» В процессе познания ученый должен бесстрастно констатировать *то, что есть*, стараясь отмести эффекты своего влияния или определить их место и величину вклада. Попытки пренебрежительно к этому отнестись должны рассматриваться с точки зрения профессиональной и как невежественные, и как безнравственные - подобный ученый теряет уважение и как неподготовленный, и как нечестный (в отличие от какой-нибудь старой бабки, которую нельзя назвать нечестной только лишь из-за ее необразованности).

С такой точки зрения мотивы, скажем, К.Поппера, с которыми тот подступил в двадцатые годы к философии в части критерия истинности и научности теорий, о чем он сам рассказывал, и которые явно повлияли на его методологические результаты, не могут считаться ни научными, ни образцовыми в отношении нравственности. Он пожелал опровергнуть некую методологию - исторический материализм, - потому что она его чем-то раздражала, - вместо того,

чтобы выяснять, верна она или нет! Подобная ненаучность безнравственна, а безнравственность антинаучна. То, что было в какой-то степени простительно в давно прошедшие века, не обязательно сохраняет свою извинительность в двадцатом веке с его довольно развитой научной методологией, которую ученый обязан знать.

Для человека, объявляющего себя ученым, недопустимо не знать, что дважды два - четыре. Но так же для объявляющего себя философом безнравственно незнание с диалектикой (на непонимание его Поппером справедливо указывал Библер [3]), крупнейшей частью той методологии, которую ничтоже сумняшеся пытался опровергать Поппер. В результате совсем не случайно он в критике и развитии метода верификации продолжал крутиться со своей фальсификацией в том же порочном метафизическом, антидиалектическом, антинаучном круге.

Антинаучный, недialeктический редукционистский метод, также не по извинительному неведению, а по причине поверхностной научности примененный П.Фейерабендом к вопросу о совместимости, согласованности и преемственности естественнонаучных теорий, привел его к принципу «эпистемологического анархизма» или «анархического плюрализма» - теории, очень подходящей для людей, умывающих руки. Таковы же «теоретический плюрализм» Х.Шпинера и «поссибилистский плюрализм» А.Несса. Методологический плюрализм вообще примечателен тем, что доказывает невозможность науки научными методами. Это очень мило. В то время как у Фейерабенда это проводится совершенно искренне, чистосердечно, в простоте душевной (хотя и не извинительно для человека, выдающего себя за ученого), у других, так скажем, наших «новых ученых» это проводится более хитро, с помощью фигуры умолчания. Вот как об этой тактике сказал Б.И.Пружинин [4], разбирая статью Раца: «...аргументацию Раца отчетливо маркирует одна очень показательная особенность: в статье, посвященной

проблематике фундаментального и прикладного в научном познании и образовании, ни разу не возникло необходимости употребить термин “истина” в позитивном смысле. Лишь единожды автор говорит, что он не претендует на истину. И это, бесспорно, выглядит очень по-современному, очень плюралистично...» О такой современности хорошо сказал Г.Честертон [5]: «Дорога столетий усеяна трупами “истинно современных людей”».

Однако еще более существенно то, что сей плюрализм взваливает ответственность за выбор решения и действий на дядю, которого в результате всегда можно порицать, так как никогда действия не бывают вполне хорошими, и всегда есть, к чему прицепиться. Этой суперобъективностью вовсе не следует гордиться, как кому-то может показаться. Эта позиция весьма смахивает на оппозицию уголовников по отношению к любому регулярному режиму.

Такая метода проникает и в вузовское преподавание. Так, у нас в РУДН преподаватель одной из общественных наук приводит ряд возможных, по его мнению, причин некоторого крупномасштабного общественного феномена - вплоть до занесения его космическими пришельцами, - и заявляет, что не знает, какой из причин отдать предпочтение: он их все рассматривает как равновозможные. Тут есть три момента.

1) Он сам не знает какой-либо работающей методологии познания, так как плюралистическая методология не является, очевидно, работающей, и ему нечего предложить студентам. В таком случае он учит не науке и ее методам, а, как выражался Резерфорд, собиранию почтовых марок. Помимо того, что он зря получает деньги, он под маркой науки внедряет в мозги студентов псевдонауку. Это есть научная несостоятельность «методологического плюрализма» и одновременно его нравственная дефектность.

2) Одно из двух: или он считает свой предмет наукой, или не считает. Во втором случае как честный человек он

должен был бы откровенно объявить об этом. В первом же случае перед ним должен был бы возникнуть вопрос типа следующего: по меньшей мере в большинстве наук о мире плюрализм в хорошо развитых областях встречается практически только в методике преподавания, но не в выводах об оптимальности того или иного объяснения. Странно было бы слышать от преподавателя математики, что дважды два может быть пятеркой или четверкой, и что он не выбирает правильного ответа, ибо придерживается плюрализма - его дело предложить, а с истиной вы сами разбирайтесь. Отсутствие рассмотрения этой аналогии без какого-либо разъяснения существенной разницы между теориями также свидетельствует о научной несостоятельности и одновременно о нечестности спокойно преподающего неведь что, в расписании называемое, например, культурологией.

3) Он не просто не знает, какое из объяснений ближе к истине. Он принципиально не пытается это узнать. Проведенное всерьез, это безответственное кокетничанье означало бы конец науке как явлению вообще, как системе отбора гипотез, не понять чего, мне кажется, невозможно. С другой стороны, он сваливает ответственность на других, о чем уже говорилось выше. Такая «принципиальность» весьма неприглядна. Это просто не по-мужски.

Здесь же, в РУДН, в качестве учебного пособия (видимо, в соответствии с программой «нового гуманитарного образования», составленной П.С.Гуревичем [6]) студентов обязывают изучать «Розу мира» Даниила Андреева - измышления душевнобольного с метафизической интоксикацией, наслушавшегося околonaучного звона. Люди, плохо подготовленные в методологическом отношении, принимают эти измышления за нечто глубокое. Вот это и есть реальное разрушительное следствие совместного действия не отделимых друг от друга научно-методологического невежества и недостаточно высокой нравственности.

Помимо уже отмеченной весьма удобной всегдашней возможности в плюралистском подходе порицать любого, кто что-то делает, этот подход, соответственно, обеспечивает также возможность всегда оправдать свое собственное поведение. В одной критической статье в связи с пьесой Горького «Мещане» Леонид Андреев приблизительно так характеризует нового по тому времени, «прогрессивного» мещанина из купцов: Петр не был так заскорузло нетерпим к чужим мнениям, как его отец; он не только допускал, но и уважал чужие мнения, чтобы иметь возможность *пожать руку и мерзавцу*. В настоящее время такой методологический трюк является одной из основ респектабелизации разных уродств человеческого общества и личного поведения от сексуальных извращений и проституции до эксплуатации людей и продажи страны и народа.

Переходя к математике, которой посвящена конференция, замечу следующее. Более бесхитростным, если его не употребляют хитрые люди, вариантом недиалектических методов является подход, заключающийся в применении формальной логики к рассмотрению самой реальности, которая бесконечно сложна и чисто формальными методами адекватно не может быть проанализирована. Этот подход фактически сводится к произвольному, научно не обоснованному приписыванию миру некоторых простых, обрывочных и явно нереалистических свойств, а также к простейшим, весьма слабо обоснованным псевдоформальным выводам из них. В таких случаях можно подумать, что автор никогда не слышал ни о неисчерпаемой сложности мира, ни о диалектике, ни даже о необходимости осторожности, осмотрительности в рассуждениях. Однако обо всем этом он слышал и даже «проходил» диалектику. И тем не менее он остался не обученным. Основания своей уверенности он никогда не подвергал сомнению. Эта позиция похожа на позицию профессионального математика, который «проходил» физику и решил с высоты своих математических знаний объяснить

физикам, что такое атомное ядро и как надо познавать реальность. Он привык к тому, что доказательство теоремы заканчивается точкой, и не обращает внимания на то, что в познании реальности доказательства заканчиваются точкой с запятой. Он не замечает, хотя его этому учили, что логика познания реальности является не формальной, а диалектической, учитывающей, как говорил Гегель, существенное содержание всех иных знаний. Фейнман указывал [7]: «Физик... не должен забывать о значении своих фраз. Это очень важная обязанность, которой склонны пренебрегать люди, пришедшие в физику из математики.» Это так называемые лучшие математики среди физиков.

В рассмотренных случаях причиной формально не сознательных заблуждений было применение недialeктического подхода. Однако ведь диалектический метод известен и даже был когда-то введен в научный оборот. В такой ситуации его неиспользование в определенной степени отрицательно характеризует нравственность. Теория познания с недialeктическим критерием истинности дает в конечном счете результаты, опасные для жизни человечества. Таков прагматистский критерий истины в виде примитивного успеха. На известной картине Н.Н.Ге «Что есть истина? Христос и Пилат» стоящий на свету упитанный, ухоженный и не переживающий за свою нравственность прагматик Понтий Пилат снисходительно демонстрирует свою бросающуюся в глаза правоту отодвинутому в тень Иисусу Христу. При этом он, очевидно, приговаривает: «Если ты такой умный, то где же твои деньги? Если твое учение верно, то почему же оно не привело тебя к успеху?»

Более подробно методологию познания автор настоящей статьи анализировал в [8-12].

[1] Рассел Б. Во что я верю // В книге «Почему я не христианин.» - М. 1987.



- [2] Герцен А.И. Ответ русской даме // В книге «Цель жизни - жизнь.» - М. 1984.
- [3] Библер В.С. Что есть философия? // Вопросы философии. 1995. Вып. 1. С. 159-183.
- [4] Пружинин Б.И. О пользе фундаментальности, или быть ли в России большой науке // Вопросы философии. 1996. Вып. 12. С. 133-141.
- [5] Честертон Г.К. О чтении // В книге «Писатель в газете.» - М. 1984. С. 259.
- [6] Гуревич П.С. История и теория мировой культуры (программа курса) // Философские науки. 1995. № 5-6. С. 283-311.
- [7] Фейнман Р. Характер физических законов. - М.: Мир. 1968. С. 55.
- [8] Губин В.Б. О совместимости, согласованности и преемственности физических теорий // Философские науки. 1989. № 12. С. 107-112.
- [9] Губин В.Б. Физические модели и реальность. Проблема согласования термодинамики и механики. - Алматы: «Демеу». 1993.
- [10] Губин В.Б. Прав ли Пригожин? (Согласование термодинамики с механикой и деятельностный механизм формирования объектов) // Философские науки. 1995. № 5-6. С. 140-151.
- [11] Губин В.Б. Математика как формализованная имитация этапа структурирования мира в отражении субъекта // Философские науки. 1996. № 1-4. С. 196-206.
- [12] Губин В.Б. О роли деятельности в формировании моделей реальности // Вопросы философии. 1997. Вып. 8. С. 166-174.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
О проблеме согласования термодинамики и механики	8
Энтропия как характеристика управляющих действий	32
Некоторые требования к правильному разрешению парадоксов Гиббса	46
Прав ли Пригожин? (Согласование термодинамики с механикой и деятельностный механизм формирования объектов)	56
История с энтропией	76
О роли деятельности в формировании моделей реальности	114
Об одном варианте принципа бритвы Оккама	134
О совместимости, согласованности и преемственности физических теорий	157
Об аналогии между термодинамикой и квантовой механикой, или Неопределенность в действии как проявление неточных контролирующих действий	171
Математика как формализованная имитация этапа структурирования мира в отражении субъекта	194
О связи стилей математического и физического мышления с природой задач математики и физики	210
Об отношении математики к реальности	227
О методологии лженауки	250
О приведении к очевидности как доказательстве в реальности	264
Методология познания и нравственность	313

**Губин Валерий Борисович**  
**О физике, математике и методологии**

**Подписано в печать 5.11.2002. Формат 60×88 1/16.**

**Печать офсетная. Бумага офсетная № 1.**

**Печ. л. 20,25. Тираж 500. Заказ 4525.**

**Издательство ПАИМС,**

**117485, Москва, ул. Академика Волгина, д. 9, кор. 1.**

**Отпечатано с готового оригинал-макета  
в ФГУП «Производственно-издательский комбинат ВИНТИ»  
140010, г. Люберцы Московской обл., Октябрьский пр-т, 403**

# О ФИЗИКЕ, МАТЕМАТИКЕ И МЕТОДОЛОГИИ