

ПРОГНОЗЫ И МИФЫ О «ТЕПЛОВОЙ СМЕРТИ»

У человечества не осталось выбора, кроме как создавать технологии на основе процессов, идущих с поглощением тепла

За последнее столетие среднегодовая температура на Земле поднялась на целый градус, причем три четверти этого прироста, как утверждают, пришлось на последнее десятилетие.

Потепление климата имеет разнообразные последствия, в числе которых: увеличение осадков в одних регионах и засуха – в других; таяние наземных, ледяных и грунтовых льдов; наводнения и повышение уровня моря, в результате которых оказываются затопленными земли, пригодные для сельхозработ; учащение природных катаклизмов, происходящее, в частности, из-за увеличения атмосферных перепадов температуры; рост инфекций, в особенности – малярии и т. д.

Стоит температуре подняться на 10–15 градусов, говорят специалисты, и жизнь на Земле в развитых ее формах станет невозможной. Если за последнее десятилетие температура и на самом деле поднялась на 0,75 °С и если она будет расти такими темпами и далее, то развитые формы жизни погибнут уже через 130–200 лет, а глобальные катаклизмы начнутся существенно раньше. При таком развитии событий для принятия решительных мер в нашем распоряжении остается только несколько десятков лет.

ДВА ФАКТОРА ПОТЕПЛЕНИЯ

Сегодня уже не оспаривается сам факт потепления климата, дискуссии идут в основном по двум другим пунктам.

Пункт первый. Является ли наблюдаемое потепление климата результатом очередного потепления, каких немало было уже в прошлом Земли, и тогда за ним последует похолодание, или же оно является результатом деятельности человека? Если антропогенный фактор присутствует, то какова его доля?

Пункт второй. Если роль человеческого фактора существенна, то какова в нем доля **парникового эффекта** и какова – **теплового загрязнения среды**?

До появления человека на Земле имел место тепловой баланс: Земля возвращала в Космос столько же тепла, сколько получала от Солнца. В результате деятельности человека в атмосфере увеличивается содержание углекислого газа, метана, паров воды и некоторых других веществ, делающих ее менее прозрачной для инфракрасного излучения и затрудняющих возвращение тепла в Космос. Это и есть парниковый эффект.

С другой стороны, вековой опыт человечества говорит, что **все проявления жизнедеятельности человека связаны с выделением тепла**. Что бы мы

ни делали, мы нуждаемся в энергии, потребляя которую с некоторым коэффициентом полезного действия, меньшим единицы, какую-то часть превращаем в тепло. Это произведенное тепло загрязняет среду тем больше, чем дальше мы продвигаемся по тропе научно-технического прогресса. Это и называют тепловым загрязнением среды.

Та часть потепления климата, которая вызывается обычным в истории Земли потеплением, менее всего вызывает беспокойство – очередное потепление климата приносит лишь временные трудности, оно обязательно сменится похолоданием, и все вернется на круги своя.

Наибольшее внимание специалистов и ученых привлекает к себе парниковый эффект. Развитые страны западной цивилизации призывают к снижению выбросов в атмосферу углекислого газа, метана и других веществ, вызывающих этим парниковый эффект. Таким образом, можно устранить вклад парникового эффекта в потепление климата.

Менее всего обсуждается тепловое загрязнение среды. Происходит это, на мой взгляд, от бессилия: никто не знает, как подступиться к решению этой проблеме. Ситуация здесь принципиально иная, чем в случае с парниковым эффектом. Свести к нулю выбросы в атмосферу веществ, делающих ее непрозрачной для теплового излучения, трудно, но можно. Что же касается энергетических установок, то как бы мы ни заботились о теплоизоляции, это не отменит того рокового факта, что часть потребляемой энергии всегда теряется в среде в виде тепла. Вот ученые и уговаривают себя, что тепловое загрязнение среды человеком пока что ничтожно мало и останется таковым в обозримом будущем.

Но нельзя уподобляться страусу. Нет гарантии, что возвращение земной атмосфере былой прозрачности решит проблему. Атмосфера справлялась с теплом, выделявшимся растениями и животными до появления в биосфере человека, обслуживать которого ей может оказаться не по силам. В расчете на наилучший вариант развития событий рассматривать следует в первую очередь именно тепловое загрязнение среды как самый неотвратимый из факторов.

КАК СКОРО НАСТУПИТ «ТЕПЛОВАЯ СМЕРТЬ»?

Сопоставим две величины. Во-первых, количество энергии, добываемой человеком. Во-вторых, количество солнечной энергии, достигающей поверхности Земли. Пренебрегая тонкостями расчета теплового баланса Земли, которые современной науке все равно недоступны, можно утверждать, что когда эти величины сравняются, жизнь на Земле окажется поставленной перед неразрешимой проблемой.

Конкретные цифры приводятся во многих источниках. Мы их возьмем в книге Г.Н. Алексеева «Развитие энергетики и прогресс человечества» (М., 1997), на стр. 38 которой приведена таблица «Рост мировой добычи энергоресурсов». Согласно ей мировая добыча энергии увеличилась за 1860–1980 гг. с 4,56 до 89–98 млрд. МВт·час (1 МВт·час – это количество энергии, производи-

мое за 1 час источником мощностью 1 млн. Ватт).

Отметим два момента. Во-первых, указанный в книге Алексеева рост добычи энергии за 120 лет, как в том несложно убедиться, соответствует удвоению за каждые примерно 30 лет. Впрочем, этот факт хорошо известен. Во-вторых, в 1980 г. люди добыли за год около $94 \cdot 10^9$ МВт·час энергии (мы взяли число, среднее между 89 и 98). Вторую цифру находим в таблице «Ресурсы энергии на Земле» на стр. 33: энергия солнечных лучей, достигающих за год земной поверхности, составляет $580 \cdot 10^{12}$ МВт·час.

Сравнивая, находим, что в 1980 г. годовая добыча энергии человеком была в 6170 раз меньше падающей на Землю солнечной энергии. Однако удвоение за каждые 30 лет – это безумно быстрый рост. Все мы помним с детских лет задачу о том, сколько пшеничных зерен получится, если на первую клетку шахматной доски положить одно зерно, на вторую – два, на третью – четыре и т. д., удваивая на каждом следующем шагу число зерен. Результат поражает: суммарный их вес превосходит миллиарды тонн!

В нашем случае годовая добыча энергии человеком сравнивается с солнечной энергией, достигающей за год поверхности Земли, примерно через 350 лет, считая с 2000 г. Другими словами, если темпы роста добычи энергии сохранятся, то *через 350 лет жизнь на Земле погибнет*, глобальные же катаклизмы начнутся, скорее всего, лет через 200–250.

Первое, что приходит в голову, – затормозить темпы роста потребления энергии человеком. Этот путь уже давно обсуждается научной общественностью. Человечеству, говорят нам, следует снизить свои потребности, отвернуться от благ «цивилизации потребления», вернуться к натуральному хозяйству, уйти в леса, заняться разведением пчел и самосовершенствованием.

Однако уменьшение потребления энергии человеком идет вразрез с законами эволюции, отменить которые он не властен. Интенсификация процессов превращения энергии и является вектором эволюции, ее «высшим смыслом».

ЭВОЛЮЦИЯ И ЭНТРОПИЯ

И наблюдаемый мир, и энтропия, и закон возрастания энтропии имеют *статистическую* (вероятностную) природу. Статистическую природу имеют и эволюционные явления.

Эволюционное значение имеет не столько сама энтропия, сколько *скорость* ее возрастания. Энтропия – это величина, скорость роста которой характеризует скорость (интенсивность) процессов превращения энергии. Наблюдения за скоростью этих процессов позволяют судить о скорости эволюции.

Член Лондонского Королевского общества Кеннет Денбиг с 1983 г. и независимо от него автор этих строк с 1991 г. доказывают *ошибочность трактовки энтропии как меры беспорядка*. Отказ от этой трактовки не означает покушения ни на определения энтропии Клаузиуса, Больцмана и Гиббса, ни на закон сохранения энергии, ни на закон возрастания энтропии.

Трактовка энтропии как меры беспорядка коренится в утверждении Томсона (1852), что механическая энергия упорядоченного движения может сама собой, то есть некомпенсируемым образом, лишь превращаться в тепловую энергию, *но не наоборот* (?!), так что в конце концов вся механическая энергия перейдет в тепловую. Так он и пришел к идее грядущей гибели Вселенной в тепловом хаосе еще до введения Рудольфом Клаузиусом (1865) понятия энтропии. Когда последний сформулировал закон возрастания энтропии, то, естественно, ее рост и стали отождествлять с ростом (теплового) беспорядка.

Согласно «томсоновской» картине мира, в ходе необратимых процессов порядок превращается в хаос, а упорядоченное механическое движение в беспорядочное тепловое. Такое видение мира является одномерным, отражая только один пласт эмпирических фактов. «Томсоновская» картина мира должна быть дополнена «антитомсоновской», в которой, наоборот, хаос превращается в порядок. В частности, некомпенсируемым образом превращаться в упорядоченные структуры может и тепловой хаос.

Приведем пример как это может быть.

Кто не задумывался в детстве о том, откуда берется ветер? Ветер, тайфуны и смерчи возникают в результате неоднородного прогревания атмосферы. Аналогичные явления происходят и в водной среде. В механическом (упорядоченном) движении масс находят свое воплощение динамические структуры, и когда они возникают в атмосфере и(или) океане «из ничего», их (механическая) энергия может иметь только один источник – рассеянное тепло. Здесь имеем типичный «антитомсоновский» случай – тепловая энергия некомпенсируемым образом превращается в механическую.

Если превращение тепловой энергии в механическую возможно в одном случае, значит, запрета на такое превращение не существует, и оно возможно во многих других случаях. Упорядоченное движение в самых разнообразных формах рождается в земной коре, звездах, звездных скоплениях и галактиках, и странно было бы, следуя Томсону, искать во всех этих случаях компенсационные процессы рассеяния механической энергии. Более того, если возможно превращение тепловой энергии в механическую, то возможно превращение тепла и в другие формы энергии.

Множество самых разнообразных форм энергии делает мир их взаимопревращений неисчерпаемым, а их сальдо – не поддающимся учету, кроме двух решающих пунктов: полная энергия сохраняется, а полная энтропия растет. Это означает непрерывную интенсификацию процессов превращения энергии.

УСКОРЕНИЕ ЭВОЛЮЦИИ

Разные формы энергии (взаимодействий) приписаны к разным структурам. Рост энтропии происходит не только за счет превращения друг в друга взаимодействий, отвечающих уже существующим структурным уровням, но и путем образования все новых «этажей» структурности, с появлением которых

добавляются все новые типы процессов превращения энергии. В результате происходит *эволюционное усложнение*, сопровождаемое *ростом разнообразия* структур и форм взаимодействий.

Давно замечено, что эволюция ускоряется, эволюционные события все быстрее сменяют друг друга. Неорганическая, органическая и социальная эволюция представляют собой последовательные стадии общей эволюции в направлении ускорения процессов превращения энергии.

Жизнь возникла потому, что этот процесс обеспечил превращение энергии, идущее более высокими темпами, чем то характерно для неорганического мира. Количество вещества, которое живые организмы ежегодно пропускают через себя, в тысячи раз превосходя их собственный вес, превышает вес земной коры.

Социальная стадия развития материи – следующая ступень в этом процессе. Человек втягивает в процессы превращения энергии такие ее источники и в таких масштабах, какие недостижимы для процессов в растительном и животном (кроме человеческой цивилизации) мире планеты.

Рассмотрение экономики приводит к аналогичным выводам. Общественное производство существует, как известно, не иначе как *расширенное* воспроизводство. Простое воспроизводство, если бы его можно было реализовать, отвечало бы *постоянной* скорости роста эволюции, а расширенное отвечает *возрастающей*. В самом деле, при простом воспроизводстве ежегодно выпускалось бы одно и то же количество изделий одних и тех же видов, то есть и энергии бы потреблялось, а, следовательно, и превращалось, одно и то же количество. Напротив, расширенное воспроизводство с его увеличением ежегодного выпуска товаров все новых видов означает и вовлечение в оборот все новых и новых количеств и форм потребляемой энергии, то есть нарастание скорости эволюции.

Ускорение эволюции – такой же фундаментальный закон природы, как и закон возрастания энтропии. Против эволюции не попрешь! Наши действия, направленные по вектору эволюции, имеют смысл, направленные против – смысла не имеют и попросту опасны для нас.

Эволюция направлена в сторону нарастания процессов превращения энергии. Все, что в наших действиях направлено в эту сторону – разумно; все, что тормозит процессы превращения энергии – лишено смысла, неразумно и грозит нам гибелью.

Итак, не во власти человека сколько-нибудь существенно снизить потребление энергии и потребление вообще. «Общество потребления» возникло не в результате деятельности «плохих ребят», а как закономерный этап эволюции в сторону интенсификации взаимодействий.

Человечество обречено на ускоренное потребление энергии. Так что же, наша тепловая смерть через 250–300 лет неизбежна?

ФАБРИКИ ХОЛОДА

Повторим еще раз известную истину: всякое потребление энергии человеком происходит с выделением тепла. Этот опыт имеет под собой и теоретическую базу – созданную великими физиками XIX века термодинамическую теорию, согласно которой в ходе эволюции в сторону возрастания энтропии всякое упорядоченное движение рано или поздно переродится в тепловой хаос, в котором погибнет все живое.

Классическая термодинамика изучается сегодня во всех технических учебных заведениях и широко применяется в приложениях, изо дня в день доказывая, что ее создатели, мягко говоря, не были слабоумными. Тем не менее теория, которой они подтвердили практику, ошибочна, поскольку опирается не на всю практику. В основании их видения мира лежала «томсоновская» картина мира, о принципиальной неполноте которой шла речь выше.

Потребление энергии – это не что иное, как превращение друг в друга разных ее форм. Тот факт, что тепло может превращаться в другие формы энергии, означает, что выделение тепла и загрязнение им среды в ходе потребления энергии не обязательны. Законы природы этого не требуют. Это и делает в принципе возможным решение проблемы тепловой смерти.

Прежде всего возможно создание специальных *фабрик холода*, задачей которых будет поглощение тепла, рассеянного в атмосфере и/или океане, в количествах, достаточных для компенсации тепла, выделяемого производством.

Положим в аквариум горячий кирпич, после чего изолируем систему. Неоднородное прогревание воды вызовет в ней течения и даже вихри, если температурные перепады достаточно велики. Эти течения и вихри представляют собой упоминавшиеся выше динамические структуры. Поскольку система изолирована, образование этих структур происходит с *ростом* энтропии, то есть в том же направлении, в каком происходит эволюция наблюдаемого мира.

Заставим течения воды, возникшие в аквариуме, работать, сжимая пружинки и фиксируя их в сжатом положении. В результате часть тепловой энергии аквариума с кирпичом пойдет на увеличение потенциальной (механической) энергии пружинок.

Как разъяснялось выше, течения в воздушной и/или водной среде возникают за счет рассеянной тепловой энергии. Если заставить течения работать, сжимая пружинки, и складывать сжатые пружинки штабелями, то в результате атмосфера и/или океан будут остывать. Это элементарная модель фабрики холода, в которой тепловая энергия превращается в конечном счете в потенциальную механическую энергию.

Собственно говоря, фабрики холода давно уже существуют, только на них никто не смотрел под таким углом зрения. К ним относятся, например, *ветряки* (это мне подсказано В.И. Роговым). Разумеется, не сами по себе, а в совокупности с атмосферой, в которой возникают перепады температуры, вызывающие ветер. Источником энергии его упорядоченного движения является, как говорилось выше, рассеянная тепловая энергия атмосферы. Ветер отдает ее

ветряку, который, работая с некоторым КПД, часть этой отнятой ветром тепловой энергии атмосферы возвращает в среду, расходуя другую часть, скажем, на помол муки.

Электростанция, работающая за счет разности донной и поверхностной температур океана, также фабрика холода, потребляющая рассеянную тепловую энергию океана. Однако уже речные гидроэлектростанции или, скажем, электростанции, работающие за счет энергии океанского прилива, фабриками холода не являются, поскольку и энергия течения реки, и энергия прилива имеют не тепловое происхождение.

На пути применения фабрик холода, однако, возникает неразрешимая проблема. В самом деле, когда производство будет постоянно извергать из себя гигантские и все возрастающие количества тепла, а фабрики холода должны будут рассеивать в океане и/или атмосфере *в точности равные им* количества холода, ошибка, скажем, всего лишь на одну тысячную процента или неполадка в фабриках холода приведут к «тепловому взрыву» всей ноосферы. Ноосфера станет неустойчивой, а ситуация – неконтролируемой. Между тем такие сбои неизбежны, поскольку наблюдаемый мир, включая и человечество со всеми его технологиями, имеет, как говорилось, *статистическую* природу. Поэтому здесь время от времени и происходят флуктуации (аварии или катастрофы), нарушающие порядок, заведенный законами природы или человеком.

Таким образом, фабрики холода могут принести только паллиативное решение проблемы тепловой смерти.

АТЕРМАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Радикальное решение проблемы состоит в переходе к энергетическим установкам, которые не просто сводят потери тепла к минимуму, но *поглощают* его. Я пока не знаю, как решать эту задачу практически, но уверен, что она имеет решение. В обоснование приведу два аргумента.

Первый аргумент. Если бы решения проблемы не существовало, то это вступило бы в противоречие с законами эволюции. Дело не просто в том, что гибель человечества на Земле в им же порожденной «геенне огненной» резко замедлила бы эволюцию. Эволюция, как отмечалось, имеет статистическую природу, и поэтому конечный фрагмент наблюдаемого мира всегда может по случайным причинам прервать на время свою эволюцию, и это тем вероятнее, чем этот фрагмент меньше. Неостановима лишь эволюция всей Вселенной.

На конкретной Земле конкретное человечество с некоторой вероятностью погибнуть может. Представим себе, что в нашей галактике существует тысяча планетных цивилизаций, подобных земной, и что все они стоят перед барьером тепловой смерти. Взятие этого барьера реально лишь для какой-то их части, остальным суждено погибнуть. Вот если бы на гибель от тепловой смерти была обречена *вся* тысяча цивилизаций, то это определенно вступило бы в противоречие с законами эволюции, поскольку оказалось бы, что эволюция ведет в ту-

пик.

Второй аргумент. В конце концов, всё, что мы делаем, всё производство, все технологии, спорт, искусство, любовь и т. д. направлены на *создание структур* – материальных (когда мы производим, скажем, стулья или компьютеры), динамических (когда мы налаживаем, скажем, движение железнодорожного транспорта), поведенческих (когда вырабатываем определенные стереотипы поведения) и т. п. В ходе создания этих структур мы потребляем энергию, то есть превращаем одни ее формы в другие.

Ниоткуда не следует, что возникновение структур обязано сопровождаться ростом тепловой энергии, то есть тепловым загрязнением среды. Факты говорят, что эта схема, которая была задана отцами термодинамики, неблагоприятно связавшими себя с трактовкой энтропии как меры беспорядка, ошибочна. Всё говорит за то, что прогрессивная эволюция в сторону усложнения с выделением тепла – только один из ее вариантов. Человечеству, полагаю я, предстоит переход от *термальной* фазы развития, когда деятельность по созданию структур сопровождается выделением тепла, к *атермальной*, когда человеческая деятельность сопровождается выделением тепла не будет.

Атермальная технология – это не то, что имеют сегодня в виду, говоря о борьбе с тепловым загрязнением среды. Последняя (борьба) предполагает сведение теплового загрязнения к минимуму, вообще же без выделения тепла современное производство работать не может. Между тем, *атермальная технология – это технология, вовсе не выделяющая тепла*. Различие кардинальное, ибо в первом случае мы только *отодвигаем* гибель жизни на Земле, во втором – закрываем проблему.

Приведем примеры возникновения структур, не сопровождаемого выделением тепла. Мы уже говорили о появлении ветра и смерчей за счет неоднородного прогревания атмосферы. Здесь *с поглощением тепла образуются динамические структуры*.

Еще пример. Установлено, что для переохлажденной жидкости существует критическая температура, при которой энтропия кристалла равна энтропии жидкости. Если температура меньше критической, энтропия кристалла больше энтропии жидкости, если температура больше критической, – меньше.

Переохладим жидкость до температуры, меньшей критической, и бросим в нее крошку хлеба. Жидкость кристаллизуется. Поскольку энтропия кристалла при этой температуре больше энтропии жидкости, при этом будет поглощено некоторое количество тепла, температура системы за счет кристаллизации понизится. То есть *усложнение структуры сопровождается в данном случае поглощением тепла*.

Мы привели только два примера возникновения структур с поглощением тепла, однако было бы достаточно и одного. Наука уже приучила нас к тому, что если какое-то явление, о возможности которого раньше не подозревали, имеет место хотя бы в одном случае, то тиражирование этого явления в принципе может быть поставлено на поток.

Иллюстрация этой идеи на элементарных примерах, не имеющих практического приложения, имеет определенный смысл.

Во-первых, если какое-то явление, о возможности которого раньше не подозревали, имеет место хотя бы в одном отдельно взятом случае в течение ограниченного промежутка времени, то, значит, это явление допускается законами природы и может быть растиражировано на других объектах в любых потребных энергетических и временных масштабах.

Во-вторых, когда до человеческого сообщества вдруг доходит, что какую-то проблему можно решить в неожиданном направлении, то очень часто (к сожалению, не всегда) половина дела оказывается сделанной, в этом направлении происходит прорыв. Работу изобретателя и ученого чрезвычайно стимулирует знание того, что проблема в принципе имеет решение и его, это решение, следует искать в определенном направлении.

Кем-то остроумно было замечено, что у древних римлян было все необходимое для создания фонографа и что если бы они откуда-то узнали, что такое устройство может быть сделано из подручных им средств, то фонограф непременно был бы ими создан, и мы бы слушали сегодня живьем судебные речи Цицерона, Цезаря, Плиния Младшего и других древних ораторов.

С атермальной технологией разобраться будет посложнее, чем с фонографом. Но разве у нас есть выбор?