

"Третий всадник Апокалипсиса"

(Энергетика, рынок, экология и вызов цивилизации-(5))

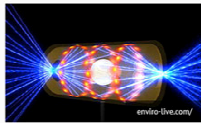
В.А. Касимов (E-mail: quadrica-m@mail.ru)



Я взглянул, и вот,
конь вороный, и на нем всадник,
имеющий меру¹⁾ в руке своей.
Апокалипсис [6.5]

Ответ на «энергетический вызов»

Лекция о переломе в мире термоядерного реактора (ITER)
Лектор: Анатолий Красильников 05.09.2011, 15:27



Запасы ископаемых топлив истощаются, и человечеству уже в ближайшие 50 лет понадобится альтернативная энергетика. Проект Международного экспериментального термоядерного реактора (ITER) должен показать возможность использования энергии ядерного синтеза для обеспечения потребителей, рассказывает директор агентства ITER-Россия, д. ф. м. н. Анатолий Красильников.

https://www.gazeta.ru/science/2011/09/05_a_3756341.shtml

Человек и Земля ^[1]

На данном этапе развития цивилизации можно смело сказать, что перед человечеством стоит "энергетический вызов". Он обусловлен сразу несколькими фундаментальными факторами:

– *Человечество сейчас потребляет огромное количество энергии.*

В настоящее время потребление энергии в мире составляет 15.7 тераватт (ТВт). Разделив эту величину на население планеты, мы получим примерно

2400 на человека, что можно легко оценить и представить себе. Потребляемая каждым жителем Земли (включая детей) энергия соответствует круглосуточной работе 24-х 100-ваттных электрических ламп.

– *Мировое потребление энергии быстро растёт.*

По прогнозу Международного агентства по энергетике (2006 год), **мировое потребление энергии к 2030 году увеличится на 50%.**

В настоящее время 80% потребляемой миром энергии создаётся за счёт сжигания ископаемых природных топлив (нефть, уголь и газ), использование которых потенциально несёт опасность катастрофических экологических изменений.

У жителей Саудовской Аравии популярна следующая шутка: «Мой отец ездил на верблюде. Я обзавелся автомобилем, а мой сын уже управляет самолетом. Но вот его сын вновь переседет на верблюда». Похоже, что дела обстоят именно так, поскольку, по всем серьезным прогнозам, запасы нефти в мире закончатся в основном примерно через 50 лет

Даже на основании оценок Геологической службы США (этот прогноз значительно оптимистичнее остальных), рост мировой добычи нефти будет продолжаться не более 20 ближайших лет (другие специалисты предсказывают, что пик добычи будет достигнут уже через 5–10 лет), после чего объем

¹⁾ В качестве этой "меры" мы видим меру беспорядка — энтропию.
Copyright © Касимов В.А. Новосибирск. 2020 г.

добываемой нефти начнет уменьшаться со скоростью около 3% в год. Перспективы добычи природного газа выглядят ненамного лучше. Обычно говорят, что каменного угля нам хватит еще на 200 лет, но этот прогноз основан на сохранении существующего уровня добычи и расхода. Между тем потребление угля сейчас возрастает на 4,5% в год, что сразу сокращает упомянутый период в 200 лет всего до 50 лет.

Таким образом, уже сейчас следует готовиться к окончанию эпохи использования ископаемых типов горючего.

К сожалению, существующие сейчас альтернативные источники энергии не в состоянии покрыть растущих потребностей человечества. По самым оптимистичным оценкам, максимальное количество энергии (в указанном тепловом эквиваленте), создаваемое перечисленными источниками, составляет всего 3 ТВт (ветер), 1 ТВт (гидростанции), 1 ТВт (биологические источники) и 100 ГВт (геотермальные и морские установки). Суммарное количество дополнительной энергии (даже в этом, самом оптимальном прогнозе) составляет лишь около 6 ТВт. При этом стоит отметить, что разработка новых источников энергии является очень сложной технической задачей, так что стоимость производимой ими энергии будет в любом случае выше, чем при привычном сжигании угля и т. п. Представляется совершенно очевидным, что человечество должно искать какие-то иные источники энергии, в качестве которых в настоящее время реально можно рассматривать только Солнце и реакции термоядерного синтеза.

Потенциально Солнце представляет собой практически неистощимый источник энергии. Количество энергии, попадающей всего на 0,1% поверхности планеты, эквивалентно 3,8 ТВт (даже при условии его преобразования с эффективностью всего 15%). Проблема заключается в нашем неумении улавливать и преобразовывать эту энергию, что связано как с высокой стоимостью солнечных батарей, так и с проблемами накопления, хранения и дальнейшей передачи получаемой энергии в требуемые регионы.

В настоящее время на атомных электростанциях в широких масштабах получают энергию, выделяющуюся при реакциях деления атомных ядер. Я (Анатолий Красильников) полагаю, что следует всячески поощрять создание и развитие таких станций, однако при этом необходимо учитывать, что запасы одного из важнейших для их работы материала (дешевого урана) также могут быть полностью израсходованы в течение ближайших 50 лет.

Еще одним важным направлением развития является использование ядерного синтеза (слияния ядер), которое выступает сейчас в качестве основной надежды на спасение, хотя время создания первых термоядерных электростанций пока остается неопределенным. Именно этой теме посвящена данная лекция.

Земля и Солнце ^[2]



https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F

В верхние слои атмосферы Земли постоянно поступает 174 ПВт солнечного излучения (инсоляции). Около 6% инсоляции отражается от атмосферы, 16% поглощается ею. Средние слои атмосферы в зависимости от погодных условий (облака, пыль, атмосферные загрязнения) отражают до 20% инсоляции и поглощают 3%.

Атмосфера не только уменьшает количество солнечной энергии, достигающей поверхности Земли, но и диффундирует около 20% с того что поступает, и фильтрует часть его спектра. После прохождения атмосферы около половины инсоляции находится в видимой части спектр. Вторая половина находится преимущественно в инфракрасной части спектра. Только незначительная часть этой инсоляции приходится на ультрафиолетовое излучение.

Солнечное излучение поглощается поверхностью суши, океанами (покрывают около 71 % поверхности земного шара) и атмосферой. Абсорбция солнечной энергии через атмосферную конвекцию, испарение и конденсация водяного пара является движущей силой круговорота воды и управляет ветрами. Солнечные лучи абсорбированы океаном и сушей поддерживает среднюю температуру на поверхности Земли, что ныне составляет 14 °С. Благодаря фотосинтезу растений солнечная энергия может превращаться в химическую, которая хранится в виде пищи, древесины и биомассы, которая в конце концов превращается в ископаемое топливо.

Для справок		
Пега-	П	10 ¹⁵
Тера-	Т	10 ¹²
Гига-	Г	10 ⁹
Мега-	М	10 ⁶

О главном

С тех пор как существует жизнь на Земле прошли миллионы лет. Именно благодаря удачному расположению Земли относительно Солнца возникла и беспрепятственно развивалась Жизнь. Солнечная энергия успешно утилизовалась с помощью возникших и эволюционирующих трофических цепочек питания живого мира. Это продолжалось до тех пор, пока именно человек не приобрёл навыки искусственного преобразования энергии и её использования в своих нуждах. Предыдущий период можно по-сути назвать "безэнтропийной" утилизацией солнечной энергии, поскольку природа удачно справлялась с этим проявлением Жизни. Безэнтропийная же жизнь закончилась с того момента, когда человек научился добывать огонь.



Коротко об эволюции
Человечества

При анализе цифр, приведённых выше, необходимо иметь в виду следующие факты.

Оценка поглощения Землёй энергии Солнца составляет примерно 0.027%. Много это или мало? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо понять **характер равновесия природы, позволивший беспрепятственно существовать жизни на Земле на протяжении миллионов лет.**

Известные типы равновесия можно представить на примерах описания шарика, находящегося в потенциальном поле: стабильное состояние в потенциальной яме (рис.1), метастабильное состояние (рис.2), условно стабильное состояние (рис.3).

Здесь с помощью шарика можно представить Землю, находящуюся в жизнеспособном для человека состоянии; с помощью поля — сумму сил и условий, влияющих на жизнеспособность. Так, рис.1 описывает устойчивую систему относительно любых влияний; рис.2 — абсолютно неустойчивую систему; рис.3 — условно устойчивую систему, для которой существует область устойчивости (a, b).

Разумеется, Земля является системой третьего типа.

Судя по представленным данным, приведённым в [1, 2], постоянное поступление энергии от Солнца составляет



Рис.1. Стабильное состояние

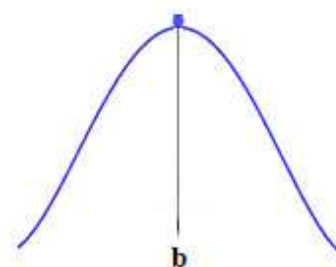


Рис.2. Метастабильное состояние

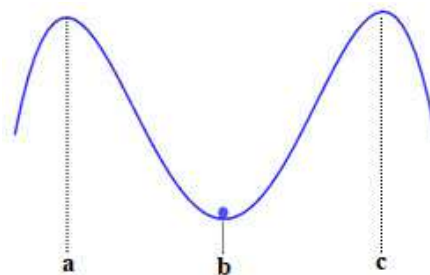


Рис.3. Условно стабильное состояние

174 000 ТВт. Из них 26% отражается от верхних и средних слоёв атмосферы, что составляет (30 000 – 50 000) ТВт. Энергия в объёме (124 000 - 144 000) ТВт поступает далее, достигая поверхности Земли и нижних слоёв атмосферы.

Эта энергия адсорбируется в конвекцию, испарение, конденсацию водного пара, являясь движущей силой круговорота воды, ветров, бурь и стихий. Солнечная энергия поглощается океанами морями и сушей поддерживая среднюю температуру 14°С.

Разумеется, эти данные требуют своего научного подтверждения, поскольку нет единого мнения о их происхождении и методах оценки. Тем не менее, возникает вопрос о вилке стабильности (а, с). Дело в том, что ранее природа успешно справлялась с собственными пертурбациями находясь в пределах этой вилки, однако какова "ширина" вилки до сих пор не известно – ни в качественном, ни в количественном отношении. Тем не менее, и здесь возникает вопрос о вилке. Хорошо известно, что события прошлого века, связанные с накоплением запаса неодолимого самоуничтожения цивилизации значительно сузили эти рамки. Запас этот до сих пор существует и угрожает человечеству. Даже, если разум человека предотвратит сценарий разлетающихся в щепки городов, эта "дурная" энергия сама по себе не исчезнет. Её полную дезактивацию может реализовать только самораспад или взрыв. Период полураспада ^{235}U составляет 700 млн. лет, ^{239}Pu – 24.4 тыс. лет. Использование же этой энергии в качестве ядерного горючего в атомных станциях оставляет след в виде радиоактивных отходов, которые ничем не лучше исходного топлива и имеют неприемлемые характеристики по временам распада.

Физический принцип Ле Шателье [3] гласит: *Если находящаяся в равновесии система подвергается внешнему воздействию, равновесие смещается в таком направлении, которое способствует ослаблению этого воздействия.*

Природа не оставляет без следа нарушения равновесия – она обязательно ответит на это должным образом, но когда – это неизвестно. Однако и Чернобыль, и Фукусима – это уже было.

Часы же Судного дня²⁾ по состоянию на 24.01.2020, символизирующие самые опасные периоды времени для человечества, перевели на 20 секунд ближе к полуночи. Причины этому: возросшая опасность ядерной войны, катастрофическое изменения климата из-за неразумной экологической политики крупных стран, а также враждебность в киберпространстве. Для улучшения ситуации лидеры США и России должны вернуться за стол переговоров и остановить гонку вооружения, а также восстановить действие международных ядерных договоров (<https://www.gazeta.ru/social/2020/01/23/12925238.shtml>). Это представляет собой пример точки бифуркации, разрешение которой находится в сфере влияния человеческого разума.

Другой пример представляет возможный "метановый сценарий", который уже был реализован природой в геологической эволюции Земли (по оценкам учёных около миллиона лет назад). Этот сценарий уже не поддаётся регламентации разумом человека и в нём нет возможности для человека остановить ход часов Судного дня.

Процесс начинается с повышения средней температуры окружающей среды вследствие увеличения процентного содержания в атмосфере углекислого газа всего на несколько градусов . Далее начинается процесс выделения из недр Земли природного метана. Запасы метана и используемых бутана и пропана сравнимы, поскольку у них родственные причины происхождения. В результате меняется состав атмосферы, её химические и физические свойства – теплоёмкость, альbedo Земли как небесного тела, и другие. Рукотворные источники тепловой энергии приобретают силу, способную запустить этот чудовищный процесс. Загрязнение верхних слоёв атмосферы при сжигании угля и другие источники загрязнения включают "помощь" небесного светила – отражательная способность Земли

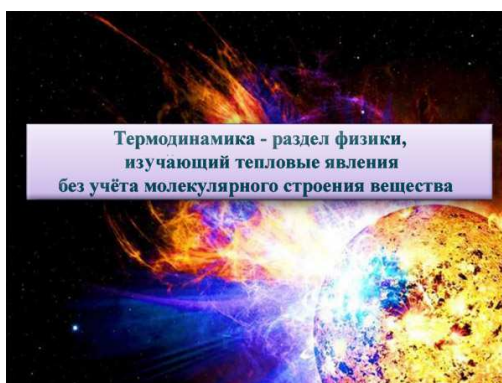
²⁾ Часы Судного дня (англ. Doomsday Clock) — проект журнала Чикагского университета «Бюллетень учёных-атомщиков», начатый в 1947 году создателями первой американской атомной бомбы.

снижается, всё более и более увеличивая её поглощающую способность. Если ранее леса защищали нас от углекислого газа, то их беспрецедентной вырубкой и уничтожением мы лишаемся единственной возможности – остановить этот процесс. Именно поэтому нас интересует термодинамический аспект проблемы.

Разумеется, методы равновесной термодинамики применимы лишь условно и для грубых оценок. Однако, как предложено в [6, замечание 1], в Первый закон термодинамики можно ввести для оценок третий член, учитывающий диссипативный переход полезной (кинематической) составляющей энергии среды в тепловую. Энергию безвозвратно переходящую в тепло в этом случае становится возможным "арифметизовать" величиной прироста термодинамической энтропии, пользуясь свойством однонаправленности и необратимости процесса. Речь же должна идти об изменениях ширины (а, с) интервала стабильности состояния экосистемы, а не о сравнении абсолютных величин энергии поставляемых Солнцем и внутренними земными источниками.

Что касается температурных характеристиках интервала, некоторые возможности определения функциональной связи температуры и энтропии в интервале стабильности приведены в [5, 6]. В работе [6] приведено интегральное уравнение, связывающее изменение температуры с изменением энтропии.

Принципы обработки информации для оценки и измерения термодинамических параметров с использованием статистических методов - принципов инвариантности, максимума энтропии и правдоподобия, приведены в [7].



Термодинамическое приближение.

Факторизация причин (наброски)

При термодинамическом подходе ("стационарность" и равновесность) мы не можем надеяться на описание динамики процессов, зато вполне можем рассчитывать на оценку потенциала этих процессов, динамику же процессов мы можем получить из наблюдений и измерений.

Наша цель - найти наиболее общим термодинамическим способом зависимость $T(S)$ с помощью метода термодинамических функций [9], что позволяет подойти к измерениям и оценкам формально неизмеримых термодинамических параметров, таких как энтропия и других потенциалов с помощью статистических методов оценки [7].

Следуя *термодинамическому приближению* [5], "полезная"³⁾ составляющая внутренней энергии U связана с возможностью её использования с минимальным ростом энтропии, а в уравнении

$$dU = \delta Q - \delta A = TdS - \sum_i F_i dX_i \quad (i)$$

описывается вторым членом⁴⁾. "Бесполезная" энергия, связанная с её деградацией, описывается первым членом, условием

$$\delta Q = TdS \quad (ii)$$

и энтропией S .

Пусть

$$\sum_i F_i dX_i = \mathcal{F}d\mathcal{X}, \quad (iii)$$

тогда

$$\mathcal{F}(\mathcal{X}) = \sum_i F_i \left(\frac{\partial \mathcal{X}}{\partial x} \right)^{-1} \quad (iv)$$

при

$$\mathcal{F} = \mathcal{F}(\mathcal{X}).$$

³⁾ Накопленная на данный момент времени.

⁴⁾ Этим членом учитывается энергия и условно незатухающих природных процессов (например, атмосферных).

Из (i) следует

$$dU = \delta Q - \delta A = TdS - \mathcal{F}d\mathcal{X} \quad (v)$$

Здесь мы представили второй член в (i) без знака суммы. Это необходимо для дальнейшего рассмотрения.

Тогда, после очевидных преобразований

$$dU = \delta Q - \delta A = TdS - \mathcal{F}d\mathcal{X} = d(TS) - SdT - d(\mathcal{F}\mathcal{X}) + \mathcal{X}d\mathcal{F} =$$

$$+d(TS - \mathcal{F}\mathcal{X}) + \mathcal{X}d\mathcal{F} - SdT,$$

получаем

$$d(U - TS + \mathcal{F}\mathcal{X}) + \mathcal{X}d\mathcal{F} - SdT,$$

$$dG = \mathcal{X}d\mathcal{F} - SdT \quad (vi)$$

где G – термодинамический потенциал свободной энергией Гиббса⁵⁾.

Таблица 1

Кроме свободной энергии Гиббса в термодинамике известны и другие термодинамические потенциалы: внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия Гельмгольца и свободная энергия Гиббса. Эти функции содержат всю термодинамическую информацию о системе. Их интегральные представления и естественные переменные:

Таблица 1

Внутренняя энергия:	$U = U(S, \mathcal{F})$	Энтальпия:	$H(S, \mathcal{F}) = U + \mathcal{F}\mathcal{X}$
Свободная энергия Гельмгольца:	$F(T, \mathcal{X}) = U - TS$	Свободная энергия Гиббса:	$G(T, \mathcal{F}) = H - TS$

Зная любой из четырех потенциалов как функцию естественных переменных, можно с помощью основного уравнения термодинамики найти все другие термодинамические функции и параметры системы.

Повторяя действия аналогичные вышеприведённым со свободной энергией Гиббса, получим дифференциальное соотношение для свободной энергии Гельмгольца:

$$dF = -\mathcal{F}d\mathcal{X} - SdT \quad (vii)$$

Наибольшее значение в конкретных термодинамических расчетах имеют два последние потенциала – энергия Гельмгольца F и энергия Гиббса G , так как их естественные переменные наиболее удобны для химии. Они имеют свой физико-химический смысл. Уменьшение энергии Гельмгольца в каком-либо процессе при $T = \text{const}$, $\mathcal{X} = \text{const}$ равно максимальной механической работе, которую может совершить система в этом процессе: $F_1 - F_2 = A_{\text{max}} (= A_{\text{обп}})$. Таким образом, энергия F равна той части внутренней энергии ($U = F + TS$), которая может превратиться в работу.

Аналогично, уменьшение энергии Гиббса в каком-либо процессе при $T = \text{const}$, $\mathcal{F} = \text{const}$ равно максимальной полезной (немеханической) работе, которую может совершить система в этом процессе: $G_1 - G_2 = A_{\text{пол}}$. Зависимость энергии Гельмгольца (Гиббса) от \mathcal{X} (\mathcal{F}) вытекает из основного уравнения термодинамики (вторая строка Таблицы 1)

Следует отметить, что "полезная" работа также сопровождается диссипативными процессами. Однако мы можем разбить второй член $\sum_i F_i dX_i$ в (i) на три составляющие – диссипативную ($dS > 0$), адиабатическую ($dS = 0$) и негэнтропийную ($dS < 0$). Первую составляющую объединим с первым членом (i) (свойство аддитивности энтропии позволяет это сделать), вторую и третью составляющие в (i) будем понимать как чисто адиабатический, причём третья составляющая описывает снижение энтропии системы. Таким образом, мы снова сможем снова перейти к форме соотношения (i), где левый член – энтропийный, а второй – негэнтропийный. Поскольку адиабатические процессы происходят с $S = 0$ необратимое повышение температуры термодинамической системы будет описываться первым членом (i). Негэнтропийный же член способствует учёту фактора снижения температуры.

Механическая и химическая – "полезные" составляющие. Механическая: кинетическая (энергия движения - ветра в атмосфере и течения рек, морей и океанов) и потенциальная (гидростанции). Химическая (источник - фотосинтез, окислительные реакции горения): экзо- (+Q) и эндо- (-Q). Именно

⁵⁾ В традиционной термодинамике газа это соотношение выглядит так: $dG = VdP - SdT$, где V - объём занимаемый газом, P - давление газа.

*энергии, и именно две составляющие химических эндо- и экзореакций. Первые увеличивают и температуру среды и её энтропию, вторые – уменьшают и температуру, и энтропию.

После получения очередной определённости по составляющим факторам можно вернуться к члену со знаком Σ в (i) с уточняющей и более тонкой расчётной моделью на основе термодинамического принципа дуализма "температура–энтропия" [9].

Продолжение следует ...

Литература⁶⁾

1. [Анатолий Красильников](https://www.gazeta.ru/science/2011/09/05_a_3756341.shtml). Лекция о первом в мире термоядерном реакторе (ITER). 05.09.2011.
https://www.gazeta.ru/science/2011/09/05_a_3756341.shtml
2. Солнечная энергия. Материал из Википедии — свободной энциклопедии.
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F
3. Л.Д. Ландау, А.И. Ахиезер, Е.М. Лифшиц. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика (стр. 186).
<https://www.academia.edu/41709475/>
<https://www.dropbox.com/s/up14hlpeq2tmjd9/Landau-GPh.pdf?dl=0>
<https://cloud.mail.ru/public/2yAF/4FJwoYnrT>
http://quadrica.ucoz.net/publ/1_d_landau_a_i_akhiezer_e_m_lifshic_kurs_obshej_fiziki_mekhanika_i_molekuljarnaja_fizika/1-1-0-82
4. Энергетика, рынок, экология и вызов цивилизации.
<https://www.academia.edu/40942849/>
<http://vixra.org/pdf/1911.0276v1.pdf>
<https://www.dropbox.com/s/7zui96s0cic86jl/Energy.pdf?dl=0>
<https://cloud.mail.ru/public/5G2H/3xWSS7Cc4>
Пожалуй, самой зловещей тенью, зависшей над будущим Человечества, является бесконтрольное использование колоссальных объёмов энергии. “Брачный союз” рынка с энергетикой способен породить экологическое чудовище, которое “пожрет” все живое на Земле кроме, быть может, прокариот – изначальной формы жизни.
5. Энергетика, рынок, экология и вызов цивилизации-2.
<https://www.academia.edu/41028531/>
<http://vixra.org/abs/1911.0389?ref=10943623>
<https://www.dropbox.com/s/gyaguuxv4gnxsln/Entropy-1-1.pdf?dl=0>
<https://cloud.mail.ru/public/3KQ3/2VgZHZNwu>
Вслед за предыдущей статьёй. Данная работа содержит важный результат (7) по теме доклада ООН от 06.05.2019 . В этой статье, в термодинамическом 0-приближении, приведена зависимость температуры термодинамической системы от энтропии.
6. Энергетика, рынок, экология и вызов цивилизации-3.
<https://www.academia.edu/41381264/>
<http://vixra.org/pdf/1912.0408v1.pdf>
<https://www.dropbox.com/s/ij4h305uqdp628e/Entropy-3.pdf?dl=0>
<https://cloud.mail.ru/public/4sMC/2QuyYpgam>
*Общая постановка задачи представлена в [1].
Здесь предложен обций алгоритм термодинамического решения, приведенного в [2].*

⁶⁾ По независящим от нас обстоятельствам (смутное время Интернета) ссылки могут не срабатывать при непосредственном обращении к ним. Однако при копировании их в адресную строку браузера можно заставить их работать.

1. Энергетика, рынок, экология и вызов цивилизации
2. Энергетика, рынок, экология и вызов цивилизации-2

7. Энергетика, рынок, экология и вызов цивилизации-4.

<http://vixra.org/pdf/2001.0112v1.pdf>

<https://www.academia.edu/41549838/>

<https://www.dropbox.com/s/p55qbc3sdoqu82r/Entropy-4.pdf?dl=0>

<https://cloud.mail.ru/public/3cYn/7vUy7iktq>

Принципы обработки информации для прогнозирования термодинамических параметров окружающей среды в задачах представленных в предыдущих работах.

8. Мир и безопасность. "Четыре всадника Апокалипсиса" представляют угрозу в 21 веке.

<http://vixra.org/pdf/2001.0551v1.pdf>

<https://www.academia.edu/41730827/>

<https://www.dropbox.com/s/3v1ie4vh0r73ktw/Gutteres.pdf?dl=0>

<https://cloud.mail.ru/public/28w7/39FdAbjLY>

Глава ООН наметил пути решения проблемы "четырёх всадников", угрожающих нашему глобальному будущему. 22 января 2020 года :

Геополитическая напряженность;

Климатический кризис;

Чтобы их достойно встретить

Глобальное недоверие;

Темная сторона технологий.

Чтобы их достойно встретить, сегодня нужны усилия ООН.

9. Ю. Б. Румер, М.Ш. Рывкин. Термодинамика, статистическая физика и кинетика

<https://www.dropbox.com/s/qzcyvxlhjerxvxb/Rumer.pdf?dl=0>

<https://cloud.mail.ru/public/2DEY/3aJU81nD5>

<https://www.academia.edu/41855349/>

В книге систематически рассматриваются основные законы и важнейшие приложения термодинамики, статистической физики и кинетики. Найдены методически удачные и оригинальные методы введения основных понятий (например, температуры и энтропии) и решения отдельных сложных задач. Книга рассчитана, главным образом, на людей, приступающих к изучению статистической термодинамики и кинетики, и ставит своей целью максимально быстро довести читателя до уровня знаний, позволяющего читать монографии и статьи по специальным вопросам. Можно уверенно сказать, что это один из лучших учебников по предмету и актуальность его не исчезла со времени первого издания на ротапринте Новосибирского Государственного Университета в 1970 году

Application

"The third horseman of the Apocalypse"

(Energy, market, ecology, and the challenge of civilization-(5)).

V. A. Kasimov (E-mail: quadrica-m@mail.ru)



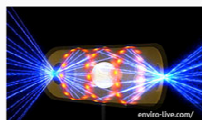
I looked, and there was a black horse with a rider on it, having measure ⁴⁾ in his hand.

Apocalypse [6.5]

The man and the Earth ^[1]

Ответ на «энергетический вызов»

Лекция о первом в мире термоядерном реакторе (ITER)
Лектор: Анатолий Красильников 05.09.2011. 15:27



Запасы ископаемых топлив истощаются, и человечеству уже в ближайшие 50 лет понадобится альтернативная энергетика. Проект Международного экспериментального термоядерного реактора (ITER) должен показать возможность использования энергии ядерного синтеза для обеспечения потребителей, рассказывает директор агентства ITER-Россия, д. ф.-м. н. Анатолий Красильников.

https://www.gazeta.ru/science/2011/09/05_a_3756341.shtml

At this stage of civilization development, we can safely say that humanity faces an "energy challenge". It is caused by several fundamental factors at once:

– *Humanity now consumes a huge amount of energy.*

Currently, the world's energy consumption is 15.7 terawatts (TWt). Dividing this value by the population of the planet, we get about 2,400 per person, which can be easily estimated and imagined. The energy consumed by each inhabitant of the Earth (including children) corresponds to the round-the-clock operation of 24-x 100-watt electric lamps.

– *Global energy consumption is growing rapidly.*

According to the forecast of the International energy Agency (2006), **world energy consumption will increase by 50% by 2030.**

Currently, 80% of the energy consumed by the world is created by burning fossil fuels (oil, coal and gas), the use of which potentially carries the risk of catastrophic environmental changes.

The following joke is popular among the people of Saudi Arabia: "My father rode a camel. I got a car, and my son is already flying a plane. But now his son is going to ride a camel again." It seems that this is the case, because, according to all serious forecasts, the world's oil reserves will run out mostly in about 50 years.

Even based on the estimates of the us Geological survey (this forecast is much more optimistic than the rest), the growth of world oil production will continue for no more than 20 years (other experts predict that the peak of production will be reached in 5–10 years), after which the volume of oil produced will begin to decrease at a rate of about 3% per year. The Outlook for natural gas production is not much better. It is usually said that we will

⁴⁾ As this "measure" we see a measure of disorder – *entropy*.

have enough coal for another 200 years, but this forecast is based on maintaining the existing level of production and consumption. Meanwhile, coal consumption is now increasing by 4.5% per year, which immediately reduces the mentioned period of 200 years to just 50 years.

Thus, it is already necessary to prepare for the end of the era of using fossil fuels.

Unfortunately, the existing alternative energy sources are not able to cover the growing needs of humanity. According to the most optimistic estimates, the maximum amount of energy (in the specified thermal equivalent) generated by the listed sources is only 3 TWt (wind), 1 TWt (hydroelectric power stations), 1 TWt (biological sources), and 100 GWt (geothermal and marine installations). The total amount of additional energy (even in this most optimal forecast) is only about 6 TWt. At the same time, it is worth noting that the development of new energy sources is a very complex technical task, so that the cost of energy produced by them will in any case be higher than with the usual burning of coal, etc. It seems quite obvious that humanity should look for some other energy sources, which at present can only really be considered the Sun and fusion reactions.

Potentially, the Sun is an almost inexhaustible source of energy. The amount of energy that falls on just 0.1% of the planet's surface is equivalent to 3.8 TWt (even if it is converted with an efficiency of only 15%). The problem lies in our inability to capture and convert this energy, which is due to both the high cost of solar panels, and the problems of accumulation, storage and further transfer of the received energy to the required regions.

Currently, nuclear power plants on a large scale receive energy released during fission reactions of atomic nuclei. I believe (Anatoly Krasilnikov) that the creation and development of such stations should be encouraged in every possible way, but it should be borne in mind that the reserves of one of the most important materials for their operation (cheap uranium) may also be completely used up within the next 50 years.

Another important area of development is the use of nuclear fusion (fusion of nuclei), which is now the main hope for salvation, although the time of creation of the first thermonuclear power plants remains uncertain. This lecture is devoted to this topic.

Земля и Солнце ^[2]



https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F

In the upper layers of The Earth's atmosphere constantly receives 174 PVt of solar radiation (insolation). About 6 % of the insolation is reflected from the atmosphere, and 16% is absorbed by it. The average layers of the atmosphere, depending on weather conditions (clouds, dust, atmospheric pollution) reflect up to 20 % of the insolation and absorb 3 %.

The atmosphere not only reduces the amount of solar energy reaching the Earth's surface, but also diffuses about 20% of what comes in, and filters part of its spectrum. After passing through the atmosphere, about half of the insolation is in the visible part of the spectrum. The second half is located mainly in the infrared part of the spectrum. Only a small part of this insolation is due to ultraviolet radiation.

Solar radiation is absorbed by the land surface, oceans (covering about 71 % of the earth's surface) and the atmosphere. The absorption of solar energy through atmospheric convection, evaporation and condensation of water vapor is the driving force of the water cycle and drives the winds. The Sun's rays are absorbed by the ocean and land and maintain the average temperature on the Earth's surface, which is now 14 °C. Thanks to plant photosynthesis solar energy can be converted into chemical energy, which is stored as food, wood, and biomass, which is eventually converted into fossil fuels.

For inquiries		
Peta-	P	10 ¹⁵
Tera-	T	10 ¹²
Giga-	G	10 ⁹
Mega-	M	10 ⁶

About the main



Briefly about the evolution of Mankind

Millions of years have passed since there was life on Earth. It is thanks to the successful location of the Earth relative to the Sun that Life arose and developed without problems. Solar energy has been successfully utilized by emerging and evolving trophic food chains of the living world. This continued until it was the person who acquired the skills of artificial energy conversion and its use in their needs. The previous period can in fact be called "non-entropic" utilization of solar energy, since nature successfully coped with this manifestation of Life. The non-entropic life ended from the moment when a person learned to produce fire.

When analyzing the figures given above, the following facts must be kept in mind.

The estimate of the earth's absorption of Solar energy is approximately 0.027%. Is it a lot or a little? To answer this question, it is necessary to understand **the nature of the *balance* of nature, which allowed life to exist without problems on Earth for millions of years.**

The known types of equilibrium can be represented by examples of describing a ball in a potential field: a stable state in a potential pit (Fig.1), metastable state (Fig.2), conditionally stable state (Fig.3).

Here, with the help of a ball, you can imagine the Earth being in a viable state for a person; with the help of a field, you can represent the sum of forces and conditions that affect viability. So, Fig.1 describes a stable system with respect to any influences; Fig.2 – an absolutely unstable system; Fig.3 – a conditionally stable system for which there is a stability region (a, b).

Of course, Earth is a third type of system.

According to the data presented in [1, 2], the constant supply of energy from the Sun is 174,000 TWt. Of these, 26% is reflected from the upper and middle layers of the atmosphere, which is (30 000 - 50 000) TWt. Energy in volume (124 000 - 144 000) the TWt flows further, reaching the Earth's surface and the lower atmosphere.

This energy is adsorbed into convection, evaporation, and condensation of water vapor, which is the driving force of the water cycle, winds, storms, and the elements. Solar energy is absorbed by the oceans seas and land maintaining an average temperature of 14°C.

Of course, these data require scientific confirmation, since there is no consensus about their origin and methods of evaluation. However, there is a question about the stability fork (a, c). The fact is that previously, nature successfully coped with its own perturbations within this fork, but what the "width" of the fork is still not known – either in qualitative or quantitative terms. However, this raises the question of a fork. It is well known that the events of the last century, associated with the accumulation of the stock of repeated self-destruction of civilization, have significantly narrowed these limits. This reserve still exists and threatens humanity. Even if the human mind prevents the scenario of cities falling to pieces, this "bad" energy will not disappear by itself. Its complete deactivation can only be realized by self-disintegration or explosion. The half-life of ^{235}U is 700 million years,



Fig.1. Stable state

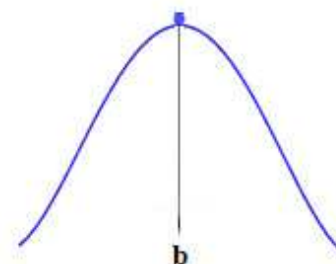


Fig.2. Metastable state

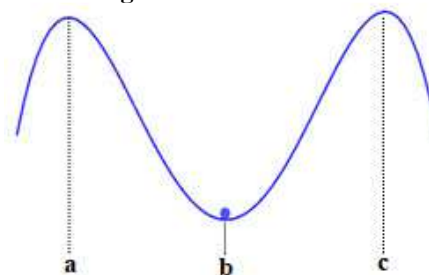


Fig.2. Conditionally stable

^{239}Pu is 24.4 thousand years. The use of this energy as nuclear fuel in nuclear power plants leaves a trace in the form of radioactive waste, which is no better than the original fuel and has unacceptable characteristics by the times decay.

The physical principle of Le Chatelier [3] states that *If a system in equilibrium is exposed to an external influence, the equilibrium is shifted in a direction that contributes to the weakening of this influence.*

Nature does not leave without a trace of imbalance – it will respond to it properly, but when – it is unknown. However, both Chernobyl and Fukushima have already happened.

The Doomsday Clock⁸⁾ as of 24.01.2020, symbolizing the most dangerous periods of time for humanity, was moved to 20 seconds closer to midnight. The reasons for this are the increased risk of nuclear war, catastrophic climate change due to unreasonable environmental policies of major countries, and hostility in cyberspace. To improve the situation, the leaders of the United States and Russia must return to the negotiating table and stop the arms race, as well as restore the validity of international nuclear treaties (<https://www.gazeta.ru/social/2020/01/23/12925238.shtml>). This is an example of a bifurcation point whose resolution is within the sphere of influence of the human mind.

Another example is a possible "methane scenario" that was already implemented by nature in the geological evolution of the Earth (estimated by scientists about a million years ago). This scenario can no longer be regulated by the human mind and there is no way for a person to stop the course of the Doomsday Clock.

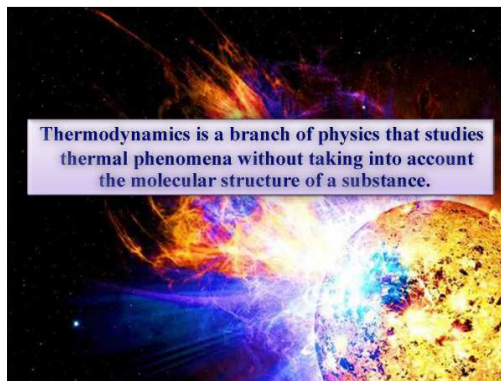
The process begins with an increase in the average ambient temperature due to an increase in the percentage of carbon dioxide in the atmosphere by only a few degrees. Next, the process of extracting natural methane from the earth's interior begins. Methane reserves and used butane and propane are comparable because they have related causes of origin. As a result, the composition of the atmosphere, its chemical and physical properties – the heat capacity, the albedo of the Earth as a celestial body, and others changes. Manmade sources of heat energy acquire the power to start this monstrous process. Pollution of the upper atmosphere by burning coal and other sources of pollution include the "help" of the celestial body – the earth's reflectivity is reduced, increasing its absorption capacity more and more. **If earlier forests protected us from carbon dioxide, then we lose the only opportunity to stop this process by cutting them down and destroying them.** That is why we are interested in the thermodynamic aspect of the problem.

Of course, the methods of equilibrium thermodynamics are applicable only conditionally and for rough estimates. However, as suggested in [6, note 1], in the First Law of thermodynamics can be entered for estimates of the third term, taking into account the dissipative transition of the useful (kinematic) component of the energy of the medium to the thermal one. In this case, it becomes possible to "arithmetic" the energy that is irrevocably converted into heat by the value of the thermodynamic entropy increase, using the property of unidirectionality and irreversibility of the process. It should also be about changes in width (a, c) it is not about comparing the absolute values of energy supplied by the Sun and internal terrestrial sources.

As for the temperature characteristics of the interval, some possibilities for determining the functional relationship between temperature and entropy in the stability interval are given in [5, 6]. In [6], an integral equation is given that relates the change in temperature to the change in entropy.

The principles of information processing for evaluating and measuring thermodynamic parameters using statistical methods – the principles of invariance, and the maximum entropy and likelihood, are given in [7].

⁸⁾ Doomsday Clock is a project of the University of Chicago magazine "Bulletin of atomic scientists", started in 1947 by the creators of the first American atomic bomb.



The thermodynamic approximation.

Factorization of causes (sketches)

With the thermodynamic approach ("stationarity" and equilibrium), we can't hope to describe the dynamics of processes, but we can count on evaluating the potential of these processes, and we can get the dynamics of these processes from observations and measurements.

Our goal is to find the most General thermodynamic method for the dependence of $T(S)$ using the method of thermodynamic functions [9], which allows us to approach

measurements and estimates of formally immeasurable thermodynamic parameters such as entropy and other potentials using statistical estimation methods [7].

Following *the thermodynamic approximation* [5], the "useful"⁹⁾ component of the internal energy U is associated with the possibility of using It with minimal entropy growth, and in the equation

$$dU = \delta Q - \delta A = TdS - \sum F_i dX_i \quad (i)$$

described by the second member¹⁰⁾. The "useless" energy associated with its degradation is described by the first term, the condition

$$\delta Q = TdS \quad (ii)$$

and the entropy of S.

Let

$$\sum_i F_i dX_i = \mathcal{F} d\mathcal{X}, \quad (iii)$$

then

$$\mathcal{F}(\mathcal{X}) = \sum_i F_i \left(\frac{\partial \mathcal{X}}{\partial x} \right)^{-1} \quad (iv)$$

by

$$\mathcal{F} = \mathcal{F}(\mathcal{X}).$$

From (i) follows

$$dU = \delta Q - \delta A = TdS - \mathcal{F}d\mathcal{X} \quad (v)$$

Here we presented the second term in (i) without the sum sign. This is necessary for further consideration.

Then, after the obvious transformations

$$\begin{aligned} dU = \delta Q - \delta A = TdS - \mathcal{F}d\mathcal{X} &= d(TS) - SdT - d(\mathcal{F}\mathcal{X}) + \mathcal{X}d\mathcal{F} = \\ &+ d(TS - \mathcal{F}\mathcal{X}) + \mathcal{X}d\mathcal{F} - SdT, \\ d(U - TS + \mathcal{F}\mathcal{X}) + \mathcal{X}d\mathcal{F} - SdT, \end{aligned}$$

получаем

$$dG = \mathcal{X}d\mathcal{F} - SdT \quad (vi)$$

where G is the thermodynamic potential of *the Gibbs free energy* ¹¹⁾.

In addition to the Gibbs free energy, other thermodynamic potentials are known in thermodynamics: internal energy, enthalpy, Helmholtz free energy, and Gibbs free energy. These functions contain all the thermodynamic information about the system. Their integral representations and natural variables:

Table 1

Internal energy:	$U = U(S, \mathcal{F})$	Enthalpy:	$H(S, \mathcal{F}) = U + \mathcal{F}\mathcal{X}$
Helmholtz free energy:	$F(T, \mathcal{X}) = U - TS$	Gibbs free energy:	$G(T, \mathcal{F}) = H - TS$

Knowing any of the four potentials as a function of natural variables, you can use the basic equation of thermodynamics to find all the other thermodynamic functions and parameters of the system.

⁹⁾ Accumulated at this point in time.

¹⁰⁾ This term also takes into account the energy of continuous processes (for example, atmospheric processes).

¹¹⁾ In traditional gas thermodynamics, this ratio looks like this: $dG = VdP - SdT$, where V is the volume occupied by the gas, P is the gas pressure.

Repeating the actions similar to the above with the Gibbs free energy, we obtain a differential relation for the Helmholtz free energy:

$$dF = -\mathcal{F}d\mathcal{X} - SdT \quad (\text{vii})$$

The last two potentials – the Helmholtz energy F and the Gibbs energy G are of the greatest importance in specific thermodynamic calculations, since their natural variables are most convenient for chemistry. They have their own physical and chemical meaning. The decrease in the Helmholtz energy in a process at $T = \text{const}$, $\mathcal{X} = \text{const}$ is equal to the maximum mechanical work that the system can perform in this process: $F_1 - F_2 = A_{\text{max}} (= A_{\text{о6п}})$. Thus, the energy F is equal to the part of the internal energy ($U = F + TS$), that can turn into work.

Similarly, the reduction of Gibbs energy in a process at $T = \text{const}$, $\mathcal{F} = \text{const}$ is equal to the maximum useful (non-mechanical) work that the system can perform in this process: $G_1 - G_2 = A_{\text{пол}}$. The dependence of the Helmholtz (Gibbs) energy on \mathcal{X} (\mathcal{F}) follows from the basic equation of thermodynamics (second row of Table 1)

It should be noted that "useful" work is also accompanied by dissipative processes. However, we can divide the second term $\sum_i F_i dX_i$ in (i) into three components - *dissipative* ($dS > 0$), *adiabatic* ($dS = 0$), and *nonentropic* ($dS < 0$). The first component will be combined with the first term (i) (the property of the additivity of entropy allows this), the second and third components in (i) will be understood as purely adiabatic, and the third component describes the decrease in the entropy of the system. Thus, we can again go back to the form of the relation (i), where the left term is entropic and the second is adiabatic. *Since adiabatic processes occur with $S=0$, an irreversible increase in the temperature of the thermodynamic system will be described by the first term (i). The non-entropic member helps to account for the temperature reduction factor.*

Mechanical and chemical "useful" components. Mechanical: kinetic (energy of movement – wind in the atmosphere and the flow of rivers, seas and oceans) and potential (hydroelectric power stations). Chemical (source – photosynthesis, reactions of oxidative and combustion): exothermic ($+Q$) and endothermic ($-Q$). These are energy sources, and these are the two components of chemical exo– and endothermic reactions. The first increase both the temperature of the medium and its entropy, the second one – reduce both the temperature and entropy.

After obtaining the next certainty on the component factors, one can return to the term with the sign Σ in (i) with a clarifying and more subtle calculation model based on the thermodynamic principle of the "temperature-entropy" dualism [9].

To be continued...

Literature¹²⁾

1. Анатолий Красильников. Лекция о первом в мире термоядерном реакторе (ITER). 05.09.2011.
https://www.gazeta.ru/science/2011/09/05_a_3756341.shtml
2. Солнечная энергия. Материал из Википедии — свободной энциклопедии.
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B5%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F
3. Л.Д. Ландау, А.И. Ахиезер, Е.М. Лифшиц. Курс общей физики. Механика и молекулярная физика (стр. 186).
<https://www.academia.edu/41709475/>
<https://www.dropbox.com/s/up14hlpeq2tmjd9/Landau-GPh.pdf?dl=0>
<https://cloud.mail.ru/public/2yAF/4FJwoYnrT>
http://quadrica.ucoz.net/publ/1_d_landau_a_i_akhiezer_e_m_lifshic_kurs_obshej_fiziki_mekhanika_i_molekuljarnaja_fizika/1-1-0-82
4. Energy, market, ecology, and the challenge of civilization.
<https://www.academia.edu/40942849/>
<http://vixra.org/pdf/1911.0276v1.pdf>
<https://www.dropbox.com/s/7zui96s0cic86jl/Energvy.pdf?dl=0>

¹²⁾ Due to circumstances beyond our control (the time of troubles on the Internet), links may not work when you directly access them. However, if you copy them to the browser's address bar, you can make them work.

<https://cloud.mail.ru/public/5G2H/3xWSS7Cc4>

Perhaps the most ominous shadow hanging over the future of Humanity is the uncontrolled use of colossal amounts of energy. The marriage Union "of the market with energy can create an ecological monster that will "devour" all life on Earth except, perhaps, prokaryotes-the original form of life.

Пожалуй, самой зловещей тенью, зависшей над будущим Человечества, является бесконтрольное использование колоссальных объемов энергии. "Брачный союз" рынка с энергетикой способен породить экологическое чудовище, которое "пожрет" все живое на Земле кроме, быть может, прокариот – изначальной формы жизни.

5. Energy, market, ecology and the challenge of civilization-2.

<https://www.academia.edu/41028531/>

<http://vixra.org/abs/1911.0389?ref=10943623>

<https://www.dropbox.com/s/gvaguuxv4gnxsln/Entropy-1-1.pdf?dl=0>

<https://cloud.mail.ru/public/3KQ3/2VgZHZNwu>

Following the previous article. This work contains an important result (7) on the topic of the UN report of 06.05.2019 . In this paper, in the thermodynamic 0-approximation, the dependence of the temperature of a thermodynamic system on entropy is given.

6. Energy, market, ecology, and the challenge of civilization-3.

<https://www.academia.edu/41381264/>

<http://vixra.org/pdf/1912.0408v1.pdf>

<https://www.dropbox.com/s/ij4h305uqdp628e/Entropy-3.pdf?dl=0>

<https://cloud.mail.ru/public/4sMC/2OuyYpgam>

The General statement of the problem is presented in [1].

Here we propose a General algorithm for the thermodynamic solution given in [2].

1. Energy, market, ecology and the challenge of civilization

2. Energy, market, ecology and the challenge of civilization-2

7. Energy, market, ecology, and the challenge of civilization-4.

<http://vixra.org/pdf/2001.0112v1.pdf>

<https://www.academia.edu/41549838/>

<https://www.dropbox.com/s/p55qbc3sdoqu82r/Entropy-4.pdf?dl=0>

<https://cloud.mail.ru/public/3cYn/7vUy7ikt>

Principles of information processing for predicting thermodynamic parameters of the environment in the problems presented in previous papers.

8. Peace and security. The four horsemen of the Apocalypse pose a threat in the 21st century.

<http://vixra.org/pdf/2001.0551v1.pdf>

<https://www.academia.edu/41730827/>

<https://www.dropbox.com/s/3v1ie4vh0r73ktw/Gutteres.pdf?dl=0>

<https://cloud.mail.ru/public/28w7/39FdAbjLV>

The UN chief outlined ways to solve the problem of the "four horsemen" that threaten our global future. January 22, 2020 :

Geopolitical tension;

Climate crisis;

To meet them with dignity

Global distrust;

The dark side of technology.

To meet them with dignity, today we need the efforts of the UN.

9. Ю. Б. Румер, М.Ш. Рывкин. Термодинамика, статистическая физика и кинетика

<https://www.dropbox.com/s/qzcyvxlhjerxvxb/Rumer.pdf?dl=0>

<https://cloud.mail.ru/public/2DEY/3aJU81nD5>

<https://www.academia.edu/41855349/>

The book systematically examines the basic laws and the most important applications of thermodynamics, statistical physics, and kinetics. Methodically successful and original methods for introducing basic concepts (for example, temperature and entropy) and solving individual complex problems are found. The book is intended mainly for people who are beginning to study statistical thermodynamics and kinetics, and aims to quickly bring the reader to the level of knowledge that allows you to read monographs and articles on special issues. We can confidently say that this is one of the best textbooks on the subject and its relevance has not disappeared since the first publication on the rotaprint of Novosibirsk State University in 1970.