



DOI: 10.19181/smtp.2025.7.2.10

EDN: UUUEPS

Научная статья

Research article

ТЕРМОДИНАМИКА И АНАЛОГИИ В ЖИЗНИ ОБЩЕСТВА



**Ракин
Владимир Иванович¹**

¹ Институт геологии имени академика Н. П. Юшкина Коми научного центра Уральского отделения РАН, Сыктывкар, Россия

Для цитирования: Ракин В. И. Термодинамика и аналогии в жизни общества // Управление наукой: теория и практика. 2025. Т. 7, № 2. С. 164–178. DOI 10.19181/smtp.2025.7.2.10. EDN UUUEPS.

Аннотация. На основе аналогии между термодинамикой, описывающей неравновесную термодинамическую систему, и системой управления государством обсуждаются характеристики двух крайних моделей государственного устройства – консервативной и либеральной. Первая модель по макроскопическим свойствам приближается к замкнутой неравновесной термодинамической системе, в которой в линейном случае, согласно теории Онзагера, роль управляющего принципа играет максимум производства энтропии (принцип Циглера). А вторая является аналогом открытой термодинамической системы, в которой при больших отклонениях от равновесия неизбежные нелинейности во взаимоотношениях элементов способны инициировать возникновение самоорганизующейся диссипативной структуры. Но в линейном случае предельным принципом, характеризующим развитие её к стационарному состоянию, является минимум производства энтропии (принцип Пригожина). Предложенные модели далеки от известных теорий социальной энтропии, которые нацелены на описание характеристик общественных групп. Ограниченные ресурсы планеты и неуклонное технологическое развитие цивилизации позволяют предположить по аналогии, что, несмотря на ряд преимуществ либерального режима правления обществом, будущее остаётся за консервативным способом управления.

Ключевые слова: термодинамика, открытая система, закрытая система, неравновесная система, линейный режим, нелинейность, диссипативная структура, государство, режим управления

THERMODYNAMICS AND ANALOGIES IN SOCIAL LIFE

Vladimir I. Rakin¹

¹ Institute of Geology, Komi Science Center, Ural Branch of the RAS, Syktyvkar, Russia

For citation: Rakin V. I. Thermodynamics and analogies in social life. *Science Management: Theory and Practice*. 2025;7(2):164–178. (In Russ.). DOI 10.19181/smtp.2025.7.2.10.

Abstract. On the basis of the analogy between thermodynamics, describing a non-equilibrium thermodynamic system, and the system of state governance, the characteristics of two extreme models of state structure – conservative and liberal – are discussed. The first model by its macroscopic properties approaches a closed non-equilibrium thermodynamic system, in which in the linear case, according to Onsager's theory, the role of the governing principle is played by the maximum of entropy production (Ziegler's principle). And the second one is an analogue of an open thermodynamic system, in which at large deviations from equilibrium inevitable nonlinearities in the interrelations of elements can initiate the emergence of a self-organizing dissipative structure. But in the linear case, the limiting principle characterizing its development to a stationary state is the minimum of entropy production (Prigogin's principle). The proposed models are far from the well-known theories of social entropy, which are aimed at describing the characteristics of social groups. The limited resources of the planet and the steady technological development of civilization suggest by analogy that, despite a number of advantages of the liberal mode of governing society, the future remains for the conservative mode of governance.

Keywords: thermodynamics, open system, closed system, nonequilibrium system, linear regime, nonlinearity, dissipative structure, state, governing regime

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что наука базируется на способности человека формировать обобщённые образы, создавать абстракции и понятия, являющиеся отражением предметов и явлений окружающей действительности, и соединять их с помощью логических операций и причинно-следственных связей в теоретическую конструкцию, моделирующую природный процесс. Но изобретённая человеком форма научного знания не способна во всех деталях отобразить наблюдаемое явление. По этой причине процесс познания не может иметь предела, а ограниченность абстрактных понятий не способствует созданию единого подхода к описанию всего широчайшего диапазона природных явлений. Так, линейные размеры доступных ныне для физических измерений объектов нашей Вселенной простираются от условного электрического радиуса протона 10^{-15} м до видимой части Вселенной 10^{26} м (14 млрд световых лет) на 41 порядок. Для сравнения: современная биология изучает объекты, начиная с размера вируса $\sim 10^{-7}$ м до биосферы Земли – 10^7 м, и оперирует 14 порядками изменения масштаба.

С начала XX в. выделяются три крупных раздела современной физики: квантовая механика, макроскопическая классическая физика и общая теория относительности, которые основаны на разных базовых принципах. Но формирование единой научной картины мира требует, чтобы выполнялся принцип

соответствия Н. Бора: на границах применимости разных теоретических подходов численные предсказания моделей должны совпадать. Но не все проблемы, связанные с принципом соответствия, решены. Даже в рамках одной, только классической физики известны дисциплины, фундаментальные законы в которых противоречат друг другу. Примером служит механика Ньютона и термодинамика. Обратимость времени в уравнениях динамики тел позволяет с заданной точностью по конечному состоянию системы с конечным количеством элементов восстановить начальные условия задачи, что принципиально невозможно в термодинамике. Решая проблему времени, Л. Больцман [1] ещё в XIX в. пытался связать механику столкновений атомов в идеальном газе со вторым началом термодинамики и вывести «закон энтропии» из движения атомов, что было бы эквивалентно редукции понятия энтропии на уровень неделимых частиц вещества (Н-теорема Больцмана). На этом пути он внёс понятие хаоса в понятие энтропии, но его постигла неудача. Задача Больцмана, как сегодня представляется, осталась нерешённой [2].

Законы термодинамики обобщают закономерности движения атомов и превращают их загадочным образом (!) в законы развития системы на более высоком уровне. В исследовании такого многоуровневого процесса нельзя обойтись без использования т. н. предельного перехода, в результате которого связь между отдельным атомом и макросистемой исчезает и происходит логический переход к необратимости времени и к законам термодинамики. Однако как это осуществить корректно в каждом конкретном случае – неизвестно. Этот предельный переход должен сопровождаться также сменой системы базовых понятий. Например, в термодинамике категория атома отсутствует, хотя из соображений удобства термодинамические потенциалы часто выражают в расчёте на один атом. Но данная практика часто становится источником заблуждений.

Кроме того, в области неравновесной термодинамики обнаруживается формальное противоречие двух предельных принципов – минимума и максимума производства энтропии – принципы Пригожина и Циглера [3; 4]. Первый принцип реализуется в открытой системе, стремящейся к стационарному неравновесному состоянию с установленными стационарными граничными условиями, а второй – в замкнутой системе, развивающейся к равновесию по кратчайшему пути. Но природные системы никогда не бывают строго открытыми или замкнутыми. И есть многочисленные примеры, в частности, из области химии, когда при нелинейных взаимодействиях элементов динамической системы – концентраций компонентов, вступающих в химические реакции в распределённой системе, – в некоторых локальных областях можно описать переходы от квазистационарного режима протекающих процессов к квазизамкнутому и наоборот. А также в рамках квазистационарной открытой макросистемы можно выделить несколько квазизамкнутых подсистем, развивающихся в течение небольших интервалов времени, или в квазизамкнутой системе обнаруживаются области, в которых локально и кратковременно реализуется квазистационарный режим. Тогда результат исследования будет зависеть от выбора, выполненного наблюдателем. Сложные случаи встречаются повсеместно при изучении неравновесной нелинейной термодинамической системы.

Нелинейные системы послужили основой множества научных направлений естествознания, которые Г. Хакен в 60-е гг. XX в. попытался объединить под общим названием «синергетика» [5]. Но за прошедшие 60 лет исследователи столкнулись с невозможностью с единых позиций описать предмет и метод синергетики, объекты которой реализуются практически на всех уровнях масштабов. Глубина понимания нелинейных взаимодействий в динамических системах и остаётся недостаточной, что приближает загадку нелинейных динамических систем по характеру проявления и их роли в природных и общественных процессах к загадке происхождения жизни. Однако эти две загадки различаются качественно: нелинейные динамические системы в природе весьма разнообразны, встречаются повсюду и усложняются многократно, а феномен жизни, по существующим оценкам, крайне маловероятен, однако, как свершившееся событие, имеет место на Земле.

В общественных науках уже не одно десятилетие известна точка зрения, согласно которой развитие общества и государства обусловлено естественными процессами, имеющими единое основание с законами естествознания высокого уровня [6–10]. Разделяя справедливость такого подхода, рассмотрим применение термодинамики к описанию динамической системы общества.

При использовании аналогии между термодинамической системой и общественным устройством осуществляется переход от физического мира с его естественно-научными законами развития к миру нематериальному – миру идей, мыслей, точек зрения, желаний и решений человека и общественных групп, но имеющих материальное воплощение в реальном мире. Важно, что при этом, как и в физическом мире, мысли, поступки отдельного гражданина или представителя элиты преломляются, также загадочным образом (!), в законы развития общества. Однако, соблюдая правила этого перехода в рамках общественной системы, понятие свободы воли отдельного индивида следует трактовать как флуктуацию. Один из вариантов представляет собой флуктуация Гиббса. Но ею не исчерпываются все возможные случаи. Соблюдая строгость такого подхода, на наш взгляд, можно воспользоваться законами термодинамики.

Автор отдаёт себе отчёт, что на этом пути аналогий существует опасность искусственного усиления сходства неживой природной системы с общественными явлениями или излишнего упрощения, которых следует избегать. Но остаётся надежда, что вскрывающиеся аналогии и мощь аппарата термодинамики способны помочь глубже понять механизмы процесса управления обществом.

АНАЛОГИИ

Согласно историческим свидетельствам, высшим актом проявления демократического выбора при утверждении правителя в древних городах-государствах Греции был жребий. Он базировался на вере в божественное провидение, актом которого осуществлялся тот или иной выбор. Сегодня такой вариант демократии не приемлем, однако в душе каждого гражданина теплится вера в то, что его свободное волеизъявление и честный подсчёт голосов служат торжеству справедливости в государстве.

Однако сегодня устройство государственного правления в любой стране находится на качественно ином уровне организации, нежели устремления, предпочтения, «многомятежные хотения» отдельных избирателей. Простой подсчёт «среднего волеизъявления» на каждом этапе развития электорального общества не достаточен для описания эволюции власти в государстве, не говоря уже о естественных объективных законах, включающих и случайности, приводящих к тому или другому типу государственного устройства. Заметим, что сфера государственного устройства является только одной из проекций (отображений) сложной многомерной системы общества на некоторое «координатное пространство». Тем не менее это искусственное ограничение, на наш взгляд, не препятствует анализу динамической, нелинейной системы управления государством и в рамках поставленной задачи к ней можно применить термодинамический подход.

Роль личности в развитии общества и государства может быть весьма значимой, хотя чаще не долговременной. Но на рассматриваемом уровне интересы отдельных облечённых властью личностей или групп элит вынуждают власти принимать те или иные политические решения. Было бы, наверное, проще рассматривать закономерности развития общественных систем в масштабах времени, превышающих средний период активной жизни одного человека. Однако это практически невозможно, поскольку общественные науки опираются на многогранность социальных отношений и анализируют их в реальном масштабе времени. Поэтому они не могут отказаться от построения горизонтальных и вертикальных связей между властью и отдельным человеком, что находит отражение, например, в сфере права [6; 7]. Тем не менее, напомним, что в рамках термодинамического подхода высокого уровня подобные связи переменных макросистемы с элементами систем низкого уровня – решений отдельных личностей и социальных групп (элит) – относятся к категории флуктуаций, которые можно рассматривать как в той или иной мере случайные события.

В рамках макроскопического подхода обществоведы, социологи, политологи, экономисты уже более полувека назад начали использовать некий аналог термодинамической и информационной энтропии [8–10]. Но за прошедшее время в термодинамической теории получил развитие второй, неравновесный раздел, в котором были развиты иные предельные принципы. Поэтому энтропия, как главная характеристика макросистемы, которую изначально по её определению нельзя было использовать для описания неравновесной системы, начинает представлять в иных смыслах, отличающихся от классического понятия хаоса.

В неравновесной термодинамике из вариационного уравнения, предложенного Л. Онзагером для плотности производства энтропии [3; 4], следует, что должны существовать два крайних варианта поведения неравновесных систем, управляемыми принципами в которых могут служить минимум и максимум производства энтропии. Им, на наш взгляд, соответствуют две крайние системы государственного устройства, которые имеют реальные прототипы в современном мире. Это – консервативный, «патерналистский», и либеральный, «демократический», режимы правления государством.

В рамках двух режимов правления выделяются диаметрально противоположные взгляды на государственные границы между странами. В первом случае граница воспринимается как основа сохранения национальной и идеологической идентичности общества, а во втором – как объективное препятствие для развития экономики и распространения «справедливой» формы общественного устройства – демократии. Эти подходы зависят от исторического пути, пройденного страной, устройства её экономики, текущей международной обстановки и многих других причин.

Консервативный режим правления является весьма устойчивой структурой государственной власти [11], и причиной этому, на наш взгляд, служит то обстоятельство, что её основные признаки схожи с характеристиками замкнутой термодинамической системы. Поэтому её закон развития определяется способом достижения предельного равновесного состояния – максимумом производства энтропии в каждую единицу времени. Заметим, что со временем, согласно теореме Лиувилля, время перестаёт играть какую-либо роль [12] и система становится предельно устойчивой.

В отличие от консервативной системы управления, либеральный режим или демократия в современном её исполнении может развиваться только в открытой системе. Но флуктуации в открытой системе несут более важные последствия, чем в замкнутой, поскольку способны развернуть развитие чаще всего нелинейной, диссипативной, самоорганизующейся динамической системы к новому стационарному состоянию. В основу анализа государственного устройства либерального типа можно положить предельный принцип минимума производства энтропии, в котором время играет основополагающую роль, а устойчивость такой открытой системы в стационарном состоянии определяется постоянством граничных условий и сохранением внутренних процессов в системе на определённом уровне.

ЗАМКНУТАЯ СИСТЕМА

Известно, что для достижения термодинамического равновесия макросистема должна быть замкнутой (квазизамкнутой). При становлении консервативного режима правления кратковременно реализуются сильные нелинейные связи в обществе и в межгосударственных отношениях. Нелинейности могут быть в значительной мере связаны с личностным фактором, но на этапе выбора пути всегда обладают фундаментальным свойством плохой предсказуемости. Часто глубинные причины выбора можно найти в геополитических интересах сопредельных крупных мировых держав или в исторической памяти народа.

Но, сформировавшись, консервативный режим правления активно противостоит попыткам внешнего влияния. Поэтому в международных переговорах режим проявляет несговорчивость и государство «естественным» образом быстро оказывается в окружении недружественных соседей и множества санкционных ограничений. Логическим результатом является возникновение напряжённости на внешних рубежах страны. Важно учесть, что к изоляции приводят как выбор самих властей, так и действия других стран в равной мере.

Однако острая фаза взаимодействий с соседями для консервативного режима правления крайне нежелательна. Такие события стимулируют усиление нелинейных процессов внутри общества и способны «открыть» систему.

Может показаться парадоксальным, но санкции имеют положительный эффект для государства с консервативной формой правления со многих позиций. Во-первых, формальная ответственность за наложение санкций лежит на других странах, что оказывает мощную поддержку власти у народа. Во-вторых, санкции дают возможность и вынуждают принять сбалансированную стратегию развития экономики, притом, что экономические связи между государствами никогда не прерываются полностью. Заметим, что экономика в меньшей степени влияет на консервативный режим правления, чем на либеральный. Скорее наоборот, политические решения и социальные процессы в государствах с консервативным режимом правления определяют развитие экономики, в полном соответствии с открытием, удостоенным премии им. А. Нобеля в области экономики в 2024 г.¹ Ключевой идеей авторов открытия Д. Аджемоглу, С. Джонсона и Дж. Робинсона, на наш взгляд, была идея государства как выделенной квазизамкнутой общественной системы, в которой экономика вторична. Поэтому анализ её развития на стадии становления был реализован авторами в парадигме преобладания социальных процессов.

В консервативном государстве процессы политического, межгосударственного взаимодействия с недружественным окружением настолько ослабляются, что на коротких отрезках времени другие сферы внутренней общественной жизни страны тоже можно считать замкнутыми (наука, образование, культура, спорт и др.), что соответствует принципу локального равновесия в термодинамике. Такое устройство страны создаёт перекосы в управлении и сложности для отдельного члена общества и локальных социальных групп, но при этом позволяет крупной стране с консервативным режимом правления использовать элементы демократии, развивать свою экономику в рамках мировой системы и даже составить конкуренцию другим государствам в отдельных отраслях экономики.

Энтропия как физическая переменная является искусственной, рассчитываемой количественной мерой, призванной обслуживать закон природы, устанавливающий преобладающее направление развития всех естественных макроскопических процессов в замкнутой системе [3].

Второе начало, применяемое для термодинамической системы, пришедшей к равновесию, выглядит достаточно просто:

$$S = (U - \Psi) / T = \max, \quad (1)$$

где S – энтропия, U – внутренняя энергия системы, Ψ – свободная энергия системы, T – температура.

В замкнутой равновесной системе, когда внутренняя энергия и температура остаются постоянными, энтропия достигает максимума, свободная энергия – минимума. Аналогом свободной энергии в политическом устройстве консервативного государства можно считать социально-политические негосударственные

¹ The Prize in Economic Sciences 2024 – Press Release // The Nobel Prize : [сайт]. 2024. October 14. URL: <https://nobelprize.org/prizes/economic-sciences/2024/press-release/> (дата обращения: 25.04.2025).

структуры – общества, фонды, ассоциации, центры и оппозицию (либеральную), включая и социальные сети. При сокращении таких структур энтропия государственного устройства будет неуклонно повышаться. В отличие от физической системы, в которой внутренняя энергия может изменяться только в результате качественного фазового перехода, система управления государством более пластична и можно осуществить повышение внутренней энергии путём усиления управляемости законодательными структурами всех уровней власти, созданием правящей партии с отделениями во всех регионах, а также укреплением исполнительных и силовых ведомств. Однако можно заметить различие между эффективностью законодательных, исполнительных и силовых структур государства и усилением принципа вертикали власти. Прототипом жёсткой вертикали власти в термодинамике является сильное потенциальное, например, гравитационное поле, воздействующее на физическую систему. Согласно термодинамическим расчётам, воздействие потенциального поля на замкнутую гетерогенную замкнутую физическую систему приводит к понижению симметрии системы и, соответственно, к понижению энтропии. Но при этом потенциальное поле способно ускорить процесс достижения равновесия, поскольку включает дополнительные «транспортные» внутренние процессы.

Тут можно заметить и более глубокие аналогии. Например, известно, что под действием сильной гравитации любая многофазная физическая система стремится к пылевидному состоянию частиц. В государстве под влиянием жёсткой вертикали власти любые негосударственные политические, социальные и экономические структуры неизбежно будут дробиться на множество мелких единиц – атомизироваться. Потеряв критическую массу, часть структур прекращают своё существование. В этих условиях организационная структура крупных частных корпораций, отвечающих за ключевые отрасли экономики, деформируются – лишаются значительной части предпринимательских свобод, в первую очередь – в сфере межгосударственных экономических отношений. Постепенно они ассимилируются в государственную экономику. Уровень развития вертикали власти как дополнительный важный показатель не входит в явном виде в приведённую формулу (1), но должен присутствовать в обеих переменных U и Ψ .

Как потенциальное поле стимулирует локальную неоднородность физической системы, так и жёсткая вертикаль власти не препятствует росту неравенства по уровню доходов населения страны. Однако это обстоятельство не является критическим для обсуждаемой политической системы. Состоятельная прослойка граждан всегда будет составлять ничтожную часть населения и сокращаться со временем. Наибольшими доходами будут обладать представители атомизированного среднего и мелкого бизнеса, а благосостояние основной массы населения будет зависеть от решений властей.

Чем выше значение энтропии, как известно, тем сложнее осуществляется выход из этого состояния. Заметим, что термодинамическое равновесие не подразумевает остановку всех социально-политических процессов в стране, но всякое значимое для общества политическое или социальное событие, флуктуация, быстро и эффективно компенсируется «естественно» развивающимся обратным

действием органов власти и законов государства (закон Ле Шателье – Брауна). Этот закон касается и всех квазизамкнутых подсистем внутри общества.

Более точный анализ развивающейся квазизамкнутой системы производится с использованием математического аппарата неравновесной термодинамики. Главной характеристикой является производство энтропии (производная внутреннего изменения энтропии системы по времени):

$$P = \frac{d_i S}{dt} = \int \sigma dv, \quad (2)$$

где $\sigma = \sum F_k J_k$ – локальное производство энтропии в единице объёма системы, F_k – локальное значение термодинамической силы, J_k – сопряжённый с ней термодинамический поток [3]. Суммирование происходит по всем термодинамическим факторам k в распределённой системе в действующей обстановке, а интегрирование производится по всему объёму системы, по всем регионам страны V . Конструкция производства энтропии (2) обладает той же степенью искусственности, как и само понятие энтропии, но призвана обслужить закон устойчивости процессов развития системы при постоянных «внешних» условиях.

Кажущаяся простота формулы (2) скрывает сложное устройство данного термодинамического подхода. Согласно теории Онзагера, приближение к предельному состоянию можно описать линейным случаем. Один из постулатов Онзагера декларирует, что любой термодинамический поток можно выразить через линейную комбинацию всех действующих термодинамических сил:

$$J_k = \sum_i L_{ki} F_i, \quad (3)$$

где L_{ki} – постоянные коэффициенты. В политическом устройстве государства именно эти коэффициенты, связывающие объективно присутствующие в общественной жизни силы с управляемыми потоками, отражают комплекс принимаемых политических решений властей. Важно, чтобы принимаемые решения чутко реагировали на изменения неравновесных сил, влияющих на политическую жизнь государства.

Но в нелинейных системах постулат (3) не выполняется и появляется необходимость учёта второго члена разложения потоков по силам:

$$J_k = \sum_i L_{ki} F_i + \sum_i \sum_r R_{kir} F_i F_r, \quad (4)$$

что, естественно, усложняет модель.

Строго говоря, вариационное уравнение Онзагера, из которого следует, что в замкнутой системе реализуется принцип максимума плотности производства энтропии $\sigma \rightarrow \max$ [4], справедливо только для линейного случая (3). И при интегрировании такой линейной системы приходим к решению $P \rightarrow \max$. Формально нелинейный случай (4) не подчиняется принципу Циглера, но для квазизамкнутых систем он встречается не так часто, как для открытых. Однако природа значительно упрощает задачу и все процессы в квазизамкнутой системе рано или поздно приближаются к равновесию, линейный случай на завершающей стадии развития неизбежно наступает, а стремление производства энтропии (2) к максимуму рано или поздно проявится в замкнутой системе.

Особые ситуации помогает раскрыть теория равновесных флуктуаций Гиббса, которая применима для открытых и закрытых неравновесных систем, поскольку опирается на принцип локального равновесия, действующий в любых

термодинамических обстановках [3]. Мелкие флуктуации в равновесной системе происходят часто, непрерывно и не оставляют заметных последствий, но крупные редки и потенциально могут стать критическими для квазизамкнутой системы. Вероятность флуктуации свободной энергии зависит от температуры – чем ниже температура системы, тем меньше вероятность крупной флуктуации и тем система устойчивее. Под температурой как социально-политическим феноменом можно понимать степень распространения среди населения идей гражданского общества, основанных на лозунгах Великой французской революции. Чем больше эти идеи имеют распространение среди граждан страны, что можно установить методами социологических исследований, тем больше вероятность появления социальных групп, объединённых системой оппозиционных политических взглядов, представляющих зародыш «свободной энергии», понижающей энтропию системы.

Термодинамическое равновесие в физико-химических системах не предполагает активизацию новых неожиданных внутренних процессов (термодинамических сил). Однако развитие экономики страны с появлением новых технологий оказывает сильное и непредсказуемое влияние на общество и способно инициировать новый социальный процесс в обществе. Рост экономики вынуждает усиливать экономические контакты с другими странами, формирует у работающих граждан удовлетворение результатами труда и стимулирует распространение идей гражданского общества, что повышает социальную температуру. Поэтому со временем оптимальным решением властей становится ограничение роста внутреннего валового продукта в пределах определённого диапазона. Нормой также будет контроль за распространением новых социально значимых технологий, оказывающих трудно предсказуемое воздействие на умы граждан. В современной жизни общества естественным решением становится ускоренное встраивание цифровых технологий в бюрократическую структуру управления, причём более быстрое, чем скорость распространения компьютерной грамотности среди населения.

В рамках некоторой социально-политической модели силы и потоки в правой части формулы (2) могут быть выражены в количественном виде, и тогда эффективность решения властей можно оценить по критерию максимума. При приближении к равновесию также и значение энтропии (1) можно представить слабо меняющимся численным показателем. Постепенно в обществе создаётся эффект замедления времени во всех социально значимых процессах. Напомним, что время не входит в переменные формулы (1), а в равновесии оно исчезает как переменная системы.

Заметим, что популярный тезис об «устойчивом развитии» реализуется в полном смысле только для открытой системы. Поэтому при консервативном устройстве государства устойчивое развитие ограничивается только необходимыми, строго контролируруемыми сферами жизни общества в узких рамках. Всё экономическое развитие может быть выражено в управляемых государством локальных процессах инфраструктурного совершенствования страны. Развитие науки и техники в первую очередь будет касаться технологий двойного назначения. Поэтому отставание гражданской науки от общемирового уровня вполне ожидаемо. Тем не менее, развитие мировой науки приводит к появлению новых

и неожиданных термодинамических сил даже в замкнутой государственной системе и непрерывно требует новых управленческих решений. Это обстоятельство качественно отличает обсуждаемую общественную систему от использованного нами прототипа – физико-химической системы, в которой все процессы на макроровне обусловлены только известными природными силами.

ОТКРЫТАЯ СИСТЕМА

Неуклонный и неограниченный рост свободного промышленного производства рано или поздно ставит вопрос о выводе произведённой продукции за пределы государства. Поэтому неограниченно растущая экономика страны не приемлет закрытых границ. Рост доходов работающего населения в условиях свободной предпринимательской деятельности, как правило, не связан с благотворительностью государства. Каждый гражданин осознаёт этот факт и, оплачивая налоги, требует расширения и соблюдения своих гражданских прав и выполнения всех обязанностей государства. Это обстоятельство на стадии становления либерального режима власти служит питательной средой для развития правового самосознания, роста политической температуры, что способствует укреплению либерального режима правления и полностью согласуется с известной закономерностью неравновесной термодинамики – повышение температуры ускоряет достижение устойчивого стационарного состояния открытой системы. Заметим, что второе начало для такой системы не является руководящим принципом, а вычисляемое значение энтропии не служит показателем внутренних процессов в стране.

Теорема Пригожина утверждает, что в открытой системе при приближении к стационарному состоянию производство энтропии (2) стремится к минимуму. В открытой системе государственного устройства экономический фактор является решающим, что отличает её от консервативной квазизамкнутой системы, в которой экономику можно рассматривать как фактор второго порядка. Как следствие, потоки соответствующих, «естественных» процессов взаимодействия между производителем и потребителем, входящие в формулу (3), приводят к балансу спроса и предложения и, как результат, – к минимуму положительной величины P .

Если подставить выражение (3) в уравнение для локального производства энтропии и выполнить определённые преобразования, матрица $\{L_{ki}\}$ приводится к диагональному виду:

$$\sigma = \sum l_{kk} f_k^2 \rightarrow \min, \quad (5)$$

который соответствует принципу наименьших квадратов, широко известному по трудам К. Ф. Гаусса. Таким образом, при появлении нового внутреннего или внешнего, экономического, политического или социального фактора w , генерирующего новую неустранимую силу, необходимо принятие такого решения властей $\{L_{wk}\}$, при котором производство энтропии (2) будет вновь минимизировано, но это будет более высокий уровень стационарного значения P .

Подчеркнём, что для открытой системы, находящейся в стационарных внешних условиях, всегда существует наименьшее значение производства энтропии,

которое зависит от количества используемых в модели термодинамических сил. Однако при сбалансированной внутренней политике появление нового общественного явления приведёт к минимальным изменениям общего показателя P , что также следует из термодинамического закона (5). Важно только, чтобы эти силы оставались постоянными некоторое время, чтобы принятые и откорректированные политические решения успели проявить себя должным образом.

В нелинейных, сильно неравновесных системах часто активизируются автоколебательные режимы [5], прежде чем система с помощью флуктуаций найдёт устойчивое стационарное решение. Для таких случаев постулат Онзагера (3) не применим и необходимо учитывать следующие слагаемые разложения (4). И вновь, формально, принцип минимума плотности производства энтропии $\sigma \rightarrow \min$ не выполняется. Однако нелинейная динамическая система способна организовать диссипативную, самоорганизующуюся структуру, содержащую устойчивые во времени неоднородности. Моделированием самоорганизующихся физико-химических процессов типа «реакция+диффузия» установлено, что производство энтропии устойчивой диссипативной структурой является функцией линейного параметра неоднородности образующейся пространственной структуры, и значение P в первом приближении линейно зависит от пространственной частоты диссипативной структуры.

Устойчивое диссипативное состояние будет существовать до тех пор, пока система способна сопротивляться изменениям условий, а нелинейные связи в ней сохраняются постоянными. Однако балансирование государства в режиме сложной диссипативной структуры является рискованным процессом, на который могут повлиять изменения внешних или внутренних условий: климата, новых прорывных технологий в области энергетики, экономики, транспорта или характера нелинейных общественных связей внутри страны, вызванных иногда даже решением одного человека, облечённого властью и др. Наличие долгоживущих диссипативных структур является признаком открытой системы, но только предельный случай линейной открытой системы описывается принципом минимума производства энтропии P .

Потенциальное поле оказывает иное воздействие на открытую термодинамическую систему, чем на замкнутую. Так, гетерогенная открытая система кристаллизации, в которой сформировались стационарные термодинамические потоки, слабо реагирует на сильное потенциальное поле. Часто в объёме среды возникает диссипативная структура, термодинамические потоки приобретают характерные симметричные особенности, соответственно, незначительно увеличивается производство энтропии, но при этом явления атомизации не происходит.

Таким образом, свободно развивающаяся экономика при достижении определённого уровня валового внутреннего продукта оказывает решающее влияние на внешнюю политику государства – у представителей власти создаётся убеждение, что сильное государство способно брать на себя любые геополитические задачи, не оглядываясь на интересы других государств. Рано или поздно государство будет вынуждено отстаивать интересы транснациональных корпораций. Любая точка планеты становится областью жизненных интересов державы и её военно-политических союзов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В истории науки термодинамика занимает особое место, о чём свидетельствует признание А. Эйнштейна: «Теория производит тем большее впечатление, чем проще её предпосылки, чем разнообразнее предметы, которые она связывает, и чем шире область её применения. Отсюда глубокое впечатление, которое произвела на меня классическая термодинамика. Это единственная физическая теория общего содержания, относительно которой я убеждён, что в рамках применимости её основных понятий она никогда не будет опровергнута (к особому сведению принципиальных скептиков)» [13, с. 270]. Основные понятия термодинамики обладают уникальной общностью для описания множества природных систем. Эти понятия включают: фазу – однородную часть системы, отделённую границей от другой части; свободную энергию, за счёт которой может быть совершена работа над окружением системы; теплоту – бесполезную часть энергии замкнутой системы; температуру, которая является мерой, определяющей внутреннюю энергию системы; энтропию – функцию состояния равновесной системы; а также много других, обладающих также высокой степенью общности.

В рамках описанной аналогии нелинейности ускоряют процесс движения к максимуму социально-политической энтропии в масштабе всей планеты, замкнутой системы в общественно-политическом смысле, и при объективно ограниченных природных ресурсах Земли приведут, согласно термодинамике, при сохранении человечества как биологического вида к закономерному финалу – формированию единой системы управления консервативного типа, с устойчивой вертикалью власти, сдерживающей производство вещей, управляющей демографией и ограничивающей разнообразие в социальной сфере. Этот этап развития цивилизации на планете закономерен, даже если человечество гипотетически перейдёт с технократического пути развития на биосферный путь.

Описанные выше две термодинамические системы государственного устройства являются крайними идеальными моделями, не учитывающие вертикальные связи между человеком и государством. Такой подход вполне обоснован, поскольку в естественных науках проблема превращения обратимого времени в необратимое не была решена. Можно даже согласиться с тем, что попытка выстроить аналогии между термодинамическим описанием неравновесной системы и устройством власти в государстве напоминает утопию. Но, учитывая популярное высказывание С. Банаха о том, что наука представляет собой поиск аналогий среди аналогий, такая попытка, на наш взгляд, всегда имеет смысл. Поскольку главной целью фундаментальной науки всегда является понимание природных процессов, а не предсказание будущих событий, применение аналогий может помочь в достижении цели.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Больцман Л.* Избранные труды. Молекулярно-кинетическая теория газов. Термодинамика. Статистическая механика. Теория излучения. Общие вопросы физики / отв. ред. Л. С. Полак. М. : Наука, 1984. 590 с.
2. *Кэррол Ш. М.* Вечность. В поисках окончательной теории времени / пер. с англ. Е. Шикаревой. СПб. : Питер, 2016. 512 с. ISBN 978-5-496-01017-7.

3. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур / пер. с англ. Ю. А. Данилова, В. В. Белого. М. : Мир, 2002. 461 с. ISBN 5-03-003538-9. EDN РСННУЈ.
4. Циглер Г. Экстремальные принципы термодинамики необратимых процессов и механика сплошной среды / пер. с англ. Г. И. Беренблатта. М. : Мир, 1966. 135 с.
5. Данилов Ю. А., Кадомцев Б. Б. Что такое синергетика? // Нелинейные волны. Самоорганизация. М. : Наука, 1983. С. 5–16.
6. Bailey K. D. Social entropy theory: An overview // *Systems Practice*. 1990. Vol. 3, № 4. P. 365–382. DOI 10.1007/bf01063441. EDN NEIPCK.
7. Jennings F. A horizontal look at social entropy // *Resilience*. 2020. December 16. URL: <https://resilience.org/stories/2020-12-16/a-horizontal-look-at-social-entropy/> (дата обращения: 23.04.2025).
8. Винер Н. Человек управляющий. СПб. : Питер, 2001. 288 с. ISBN 5-318-00214-5.
9. Galtung J. Theories of peace: A synthetic approach to peace thinking. Oslo : International Peace Research Institute, 1967. 238 [251] p.
10. Boulding K. E. Twelve friendly quarrels with Johan Galtung // *Journal of Peace Research*. 1977. Vol. 14, № 1. P. 75–86. DOI 10.1177/002234337701400105.
11. Голосов Г. В. Демократия в России: инструкция по сборке. СПб. : БХВ-Петербург, 2012. 205, [3] с. ISBN 978-5-9775-0821-6. EDN QONVAF.
12. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика : в 10 т. Изд. 3-е, доп. М. : Наука, 1976. Т. V: Статистическая физика. Ч. 1. 584 с.
13. Эйнштейн А. Собрание научных трудов : в 4 т. / под ред. И. Е. Тамма [и др.]. М. : Наука, 1967. Т. 4: Статьи, рецензии, письма. Эволюция физики. 599 с.

REFERENCES

1. Boltzmann L. Selected works. Molecular kinetic theory of gases. Thermodynamics. Statistical mechanics. The theory of radiation. General questions of physics [Izbrannye trudy. Molekulyarno-kineticheskaya teoriya gazov. Termodinamika. Statisticheskaya mekhanika. Teoriya izlucheniya. Obshchie voprosy fiziki] / ed. by L. S. Polak. Moscow : Nauka; 1984. 590 p. (In Russ.).
2. Carroll S. From eternity to here. The quest for the ultimate theory oh time // transl. from English by E. Shikareva. St. Petersburg : Piter; 2016. 512 p. (In Russ.). ISBN 978-5-496-01017-7.
3. Prigogine I., Kondepudi D. Modern thermodynamics. From heat engines to dissipative structures / transl. from English by Yu. A. Danilov, V. V. Belyi. Moscow : Mir; 2002. 461 p. (In Russ.). ISBN 5-03-003538-9.
4. Ziegler H. Some extremum principles in irreversible thermodynamics with application to continuum mechanics / transl. from English by G. I. Barenblatt. Moscow : Mir; 1966. 135 p. (In Russ.).
5. Danilov Yu. A., Kadomtsev B. B. What is synergetics? [Chto takoe sinergetika?]. In: Nonlinear waves. Self-organization [Nelineinye volny. Samoorganizatsiya]. Moscow : Nauka; 1983. P. 5–16. (In Russ.).
6. Bailey K. D. Social entropy theory: An overview. *Systems Practice*. 1990;3(4):365–382. DOI 10.1007/bf01063441.
7. Jennings F. A horizontal look at social entropy. *Resilience*. 2020. December 16. Available at: <https://resilience.org/stories/2020-12-16/a-horizontal-look-at-social-entropy/> (accessed: 23.04.2025).
8. Wiener N. The man in control [Chelovek upravlyayushchii]. St. Petersburg : Piter; 2001. 288 p. (In Russ.). ISBN 5-318-00214-5.

9. Galtung J. Theories of peace: A synthetic approach to peace thinking. Oslo : International Peace Research Institute; 1967. 238 [251] p.
10. Boulding K. E. Twelve friendly quarrels with Johan Galtung. *Journal of Peace Research*. 1977;14(1):75–86. DOI 10.1177/002234337701400105.
11. Golosov G. V. Democracy in Russia: An assembly instruction [Demokratiya v Rossii: instruktsiya po sborke]. St. Petersburg : BHV-Peterburg; 2012. 205, [3] p. (In Russ.). ISBN 978-5-9775-0821-6.
12. Landau L. D., Lifshits E. M. Theoretical physics [Teoreticheskaya fizika] : in 10 vols. 3rd ed., enlarged. Moscow : Nauka; 1976. T. V: Statistical physics [Statisticheskaya fizika]. Part 1. 584 p. (In Russ.).
13. Einstein A. Collected scientific works [Sobranie nauchnykh trudov] : in 4 vols. Moscow : Nauka; 1967. Vol. 4: Articles, reviews, letters. The evolution of physics [Stat'i, retsenzii, pis'ma. Evolyutsiya fiziki]. 599 p. (In Russ.).

Поступила в редакцию / Received 13.03.2025.
Одобрена после рецензирования / Revised 08.04.2025.
Принята к публикации / Accepted 27.05.2025.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Ракин Владимир Иванович rakin@geo.komisk.ru

Доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник,
Институт геологии имени академика Н. П. Юшкина Коми научного центра
Уральского отделения РАН, Сыктывкар, Россия
SPIN-код: 4578-1759

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Vladimir I. Rakin rakin@geo.komisk.ru

Doctor of Geology and Mineralogy, Chief Researcher, Institute of Geology, Komi Science Center,
Ural Branch of the RAS, Syktyvkar, Russia
ORCID: 0000-0001-8085-8733
Scopus Author ID: 6603090082