



DOI: 10.19181/smtp.2026.8.3.1

EDN: AMAQWY

Научная статья

Research article

ТРАЕКТОРИИ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ



**Ракин
Владимир Иванович¹**

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

Для цитирования: Ракин В. И. Траектории развития отечественной науки // Управление наукой: теория и практика. 2026. Т. 8, №3. С. 12–27. DOI 10.19181/smtp.2026.8.3.1. EDN AMAQWY.

Аннотация. Исследовательский процесс в отечественной фундаментальной науке со времён Советского Союза значительно изменился, что можно объяснить сменой управляющего принципа. Применяя по аналогии законы термодинамики для анализа процесса научного исследования, нетрудно заметить, что раньше преобладал взгляд на отечественную науку как гуманитарную область деятельности, обеспечивающую стационарный процесс получения новых знаний о природе и человеке в масштабе больших интервалов времени и силами больших коллективов. Но в последние 20 лет в России рычаги управления наукой переместились на уровень отдельного исследователя, и, кроме того, изменилось содержание «энтропии научных знаний». Произошла смена предельного принципа минимума производства энтропии знаний в стационарной открытой системе больших научных коллективов на противоположный – максимума производства «публикационной энтропии» отдельным учёным или исследовательской группой в моменты создания публикаций, патентов и другой дискретной научной продукции. Заметим, что оба аналога энтропии обладают свойством постоянного роста, но к ним неприемлемо традиционное представление Больцмана об энтропии как о мере хаоса. Термодинамика не исключает возможность совмещения на разных масштабных уровнях двух антагонистических предельных принципов в едином исследовательском процессе, как происходит обычно развитие природных физико-химических процессов в многокомпонентных неравновесных системах.

Ключевые слова: термодинамика, энтропия, неравновесная система, предельные принципы, научное знание, публикация

TRAJECTORIES OF DEVELOPMENT OF NATIONAL SCIENCE

Vladimir I. Rakin¹

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

For citation: Rakin V. I. Trajectories of development of national science. *Science Management: Theory and Practice*. 2026;8(3):12–27. (In Russ.). DOI 10.19181/sntp.2026.8.3.1.

Abstract. The research process in Russian fundamental science has changed significantly since the Soviet era, which can be explained by a shift in the governing principle. Applying the laws of thermodynamics by analogy to analyze the process of scientific research, it is easy to see that the previously dominant view of Russian science was as a humanities field of activity, providing a steady-state process for acquiring new knowledge about nature and humanity over long timescales and by large teams. However, over the past 20 years, the levers of scientific governance in Russia have shifted to the level of the individual researcher, and the concept of ‘entropy of scientific knowledge’ has also changed. The limiting principle of minimizing knowledge entropy production in a steady-state open system of large research teams has shifted to the opposite – maximizing the production of ‘publication entropy’ by an individual scientist or research group at the time of publication, patenting and other discrete scientific output. Note that both entropy analogs exhibit the property of constant growth, but Boltzmann’s traditional notion of entropy as a measure of chaos does not apply to them. Thermodynamics does not exclude the possibility of combining two antagonistic limiting principles at different scale levels in a single research process, as is usually the case with the development of natural physical and chemical processes in multicomponent nonequilibrium systems.

Keywords: thermodynamics, entropy, nonequilibrium system, limit principles, scientific knowledge, publication

ВВЕДЕНИЕ

Обществоведы, социологи, политологи, экономисты, пользуясь аналогией как научным методом, более полувека назад обнаружили, что многие показатели общественной жизни управляются через законы развития неких аналогов энтропии, которые во многом подобны законам термодинамики [1–3]. Продолжая эту традицию, попытаемся описать модели двух сложившихся в разные годы траекторий развития отечественной науки на основе аналогии с термодинамикой.

После триумфа равновесной термодинамики XIX в. только к середине XX в. сформировался второй неравновесный раздел, в котором с появлением теории Л. Онсагера появились иные дифференциальные предельные принципы, отличающиеся от второго начала термодинамики [4]. Были предложены многие варианты и среди них два формально противоположных друг другу принципа, управляющих неравновесной системой, – минимум производства энтропии И. Пригожина [5] и максимум производства энтропии Г. Циглера [6]. Оба являются экстремальными и реализуются в т. н. предельных случаях. Первый «регулирует» естественный ход событий в открытой системе, постепенно приходящей к стационарному режиму, а второй – в закрытой системе. Как оказалось, области применимости обоих принципов выходят за пределы линейного режима

Онсагера [5, с. 388; 6, с. 74] и поэтому могут быть использованы для описания эволюции широкого спектра систем, включая и нелинейные системы [3].

Развитие человеческого общества сопровождается непрерывным накоплением знаний о природе. Сумму новых научных фактов и закономерностей можно определить как аналог термодинамической энтропии на том основании, что с развитием цивилизации знания непрерывно накапливаются. В частном случае накопление научной печатной продукции тоже обладает свойством неуклонного возрастания. Обратим внимание, что энтропия, по Р. Клаузиусу, является искусственной математической конструкцией, обладающей способностью не убывать в ходе естественных процессов, но достигать максимума в состоянии термодинамического равновесия. Можно попытаться распространить на процесс накопления знаний следствия термодинамических законов, хорошо осознанных естествоиспытателями за две сотни лет.

Сделаем небольшое отступление. В последней четверти XIX в. при попытке осуществить переход от молекулярных представлений о строении вещества к макроскопической тепловой системе, описываемой теоремой С. Карно, Л. Больцман открыл, что термодинамическая энтропия может служить мерой хаоса в молекулярной физической системе. Сегодня связь энтропии с хаосом в разных его смыслах прочно укоренилась в сознании исследователей. В смежной к термодинамике теории информации в настоящее время выделяются разные типы энтропии и наблюдаются весьма сложные связи между энтропией, хаосом и информацией [7]. Однако заметим, что хаос, по Больцману, является только вспомогательной характеристикой энтропии, появляющейся исключительно при качественном, предельном переходе от макромасштабной термодинамической системы к микромасштабной молекулярно-динамической. Нас интересует «энтропия научных знаний», а минимальный дискретный элемент макросистемы, производящей знание, – учёный – тоже является макроскопической подсистемой. Поэтому качественного перехода от макросистемы (научной организации) к подсистеме (исследователю) не происходит. Второе важное обстоятельство связано с тем, что управленческие решения Правительства России в равной степени касаются как научной организации, так и отдельного учёного. По этим причинам представление о хаосе в описанных понятиях энтропии неприменимо.

НАУКА ВО ВРЕМЕНА СОВЕТСКОГО СОЮЗА

Научная работа в периферийном академическом институте до начала 90-х гг. XX в. обладала размеренностью, порядком и предсказуемостью. Цикл исследований отмерялся пятилетними периодами – от одного завершённого отчёта по составленной руководителями и утверждённой Академией наук теме НИР до следующего отчёта. Темы научных исследований обладали преемственностью, и традиционный итоговый отчёт коллектива научных сотрудников, работающих, например, в области наук о Земле, содержал все основные обработанные и проанализированные результаты полевых, экспериментальных и теоретических исследований, обладающих новизной. Статьи, отправленные в научный журнал, но чаще размещаемые в тематических сборниках, воспринимались как готовые параграфы и главы будущего отчёта. Наиболее важные

текущие годовые и итоговые результаты по решению научных руководителей и учёного совета института представлялись в Академию наук и имели шанс быть включёнными в ежегодный отчёт Президента Академии.

Следует обратить внимание, что региональный академический институт геологического профиля в первую очередь отвечал за геологическую изученность недр определённой территории страны. Эта работа выполнялась с момента организации института в соответствии с выделяемым финансированием, а пятилетние отчёты, судя по отзывам экспертов, оправдывали денежные затраты. Коллектив сотрудников института работал по темам, при составлении которых учитывались предпочтения и умения каждого члена коллектива, включая и инженерно-технических работников.

Параллельно на той же территории страны осуществляли свою деятельность государственные производственные организации (геологические экспедиции), располагающие буровым оборудованием и имеющие специалистов, профессионально описывающих горные породы с заданной детальностью. В производственных отчётах организаций прикладной науки непрерывно появлялся материал, представляющий интерес для академической науки и позволяющий уточнить направления более глубоких фундаментальных исследований.

Порядок исследовательских работ на фундаментальной и прикладной ступенях напоминал стационарный процесс без резких скачков и потрясений. Пятилетние циклы отчётов слабо сказывались на темпе работы среднего научного сотрудника.

В соответствии с законами термодинамики, в описанном стационарном исследовательском процессе результативность научной работы – скорость получения новых знаний, в частности, о горных породах, полезных ископаемых и строении земных недр региона, – объективно должна была опуститься на самый нижний уровень.

Заметим, что режим минимума производства знаний в стационарном процессе исследований ни в какой мере нельзя считать недоработкой или ошибкой управления. Нет сомнения, что в условиях достаточного количества времени и преемственности тем НИР можно добиться более глубокого, фундаментального понимания изучаемого природного процесса, и в этом состояли главное преимущество и, возможно, не вполне ясно осознаваемая цель установившегося режима исследовательского процесса. Сегодня это необходимое условие работы учёного приобретает всё большую актуальность, что связано с повышением сложности научного знания. Однако данное обстоятельство часто ускользает от субъектов управления отечественной научно-технологической сферы.

Количественной характеристикой энтропии научных знаний, содержащихся в завершённом научном отчёте, можно считать среднюю оценку, поставленную группой экспертов.

Польза от вдумчивого подхода к исследованиям в первую очередь отражалась на защитах диссертаций. Диссертация в те годы рассматривалась как серьёзная научная работа, характеризующая исследователя и часто – возглавляемый им коллектив. Диссертация не воспринималась как завершающий этап образовательного процесса. Время, затраченное на её написание, не регламентировалось. Поэтому качество диссертаций в науках о Земле, особенно докторских, было

закономерно высоким. Количество защищённых диссертаций также вносит вклад в «энтропию научных знаний».

Однако существовала и негативная сторона описанной исследовательской практики. Новое знание, размещённое в отчётах и отдельных тематических сборниках – трудах института, не всегда было доступно коллегам-специалистам из других организаций, не говоря уже об иностранных учёных, и не выполняло свою общемировую функцию.

НАУКА В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

В конце 80-х и начале 90-х гг. стало распространяться мнение, что не только прикладная, но и фундаментальная наука в регионах стали крайне неэффективны. Минимум производства энтропии знаний в стационарном плановом процессе управления отечественной наукой, ощущаемый интуитивно, особенно в сравнении с западной наукой, активно рекламируемой средствами массовой информации, представлял только одну из причин такого вывода. Второй причиной сложившегося заключения можно считать общемировой феномен – эффект уменьшения отдачи от инноваций в науку [8]. Заметим, что с годами накопление научных знаний замедляется так же, как и темпы роста энтропии со временем в любой замкнутой неравновесной системе.

Очевидно, что основная физическая картина мира устоялась к концу XX в., и рано или поздно должен был наступить критический момент, когда государство примет решение о сокращении финансирования фундаментальных исследований. В нашей стране этот момент наступил с развалом СССР. Государственная геологическая отрасль в регионах была сокращена до минимума, и на её место пришли частные фирмы-недропользователи. Получаемая ими геологическая информация о недрах перешла в разряд частной собственности и стала недоступной.

Желание нового руководства страны войти в сообщество развитых государств мира затронуло и фундаментальную науку. Учёные всегда размышляли о вхождении отечественной науки в общемировую, но слегка отстранённо, принимая в расчёт различия в политическом устройстве государств. Но с началом политических и экономических реформ в новой России вопрос о будущем науки стал активно занимать не только значительно расширившуюся Российскую академию наук, но и руководство страны.

В результате было принято самое простое решение – скопировать мировой опыт. Вхождение в мировое научное сообщество началось с того, что экспертная, субъективная и долгая оценка качества труда учёных была заменена на комплекс наукометрических инструментов¹, среди которых главными послужили

¹ Приказ Министерства образования и науки РФ, Министерства здравоохранения и социального развития РФ и Российской академии наук от 03.11.2006 г. № 273/745/68 «Об утверждении видов, порядка и условий применения стимулирующих выплат, обеспечивающих повышение результативности деятельности научных работников и руководителей научных учреждений и научных работников научных центров Российской академии наук» в соответствии с постановлением Правительства РФ № 236 от 22.04.2006 г. «О реализации в 2006–2008 годах пилотного проекта совершенствования системы оплаты труда научных работников и руководителей научных учреждений и научных работников научных центров Российской академии наук».

публикационные показатели: индекс цитируемости статьи, индекс Хирша исследователя и импакт-фактор журнала, в котором опубликован научный результат.

К слову, экспертиза трёх- или пятилетних отчётов НИР свелась к двоичной системе оценки: «принять – не принять». На эксперта давит подспудная ответственность за дальнейшую финансовую судьбу коллектива, поэтому смысл в такой экспертизе теряется.

С этого момента определённая выше «энтропия научных знаний» перестаёт быть актуальной, и появляется новый аналог энтропии – «публикационная энтропия», легко преобразуемая в количественную величину – *показатель результативности научной деятельности (ПРНД)*, применяемый к каждому исследователю без исключения и рассчитываемый по утверждённой методике автоматически. Публикационная энтропия, также будучи положительно определённой величиной, обладает свойством неуклонного роста во времени, но несёт иной смысл, поскольку отражает только одно из многих качеств учёного – его умения облекать добытое им научное знание в доступную для читателей форму научной статьи, патента, ноу-хау, доклада, монографии и другого результата научной работы. Крайне развитая публикационная активность учёного со временем по закону Гудхарта может приобрести и отрицательный эффект – целью статьи станет не публикация научного результата, а рост показателя результативности. В последние годы с активизацией деятельности платных журналов такие явления становятся всё более частыми. Однако без экспертной оценки на этапе научного рецензирования «публикационная энтропия» может терять свойство приближения к насыщению, что является главным качеством термодинамической энтропии как функции состояния системы (в равновесии), и такая «научная» деятельность потеряет всякий смысл.

Но существует и вторая опасность. Рассмотрим в качестве примера вариант прироста публикационной энтропии за одну опубликованную (моноавторскую) статью, учитывающий все три упомянутых основных наукометрических индекса:

$$\Delta S_h = I_c + h \cdot I_f > 0, \quad (1)$$

где I_c – число ссылок на статью, имеющее самостоятельное и важнейшее значение для роста публикационной энтропии среди всех наукометрических индексов, h – индекс Хирша исследователя (аналог термодинамической силы), I_f – импакт-фактор журнала (аналог термодинамического потока). Представленное выражение скомбинировано так, чтобы все основные наукометрические факторы были учтены аддитивно в переменной публикационной энтропии, как принято в термодинамике, а вклады обоих слагаемых в правой части (1) были равными в средних значениях показателей: $I_{c0} = 1$, $h = 4$, $I_{f0} = 0,25$, характерных для наук о Земле. Для статьи, в которой много соавторов, индекс Хирша h в выражении (1) можно усреднить по авторам, а при расчёте индивидуального вклада в прирост энтропии использовать обычный фракционный счёт (деление на число соавторов).

Плотности вероятности всех трёх упомянутых индексов, по многочисленным наблюдениям, отражённым в мировой информационной сети, можно приблизить экспоненциальным законом (распределением Гиббса–Больцмана), а область допустимых значений показателей формально простирается от 0 до ∞ .

Индекс Хирша является медленно меняющейся со временем величиной, поэтому он в (1) представлен в форме силы, которая стимулирует учёного к выбору более авторитетного журнала. Импакт-фактор журнала и имя исследователя (его индекс Хирша) позже оказывают воздействие на индекс цитирования и в конечном счете вновь в перспективе увеличивают индекс Хирша – персональный интегральный показатель исследователя. Подобным образом с помощью кинетических коэффициентов и коэффициентов торможения организованы соотношения взаимности между термодинамическими силами и потоками в теории Л. Онсагера [5; 6].

Естественно, что показатель публикационной активности исследователя за отчётный период суммируется по числу опубликованных статей n :

$$S_h = \sum_{i=1}^n \Delta S_{hi}. \quad (2)$$

Можно убедиться, что и при крайне асимметричных законах распределения индекса цитируемости и импакт-фактора журнала, но при широком (неограниченном) спектре доступных научных журналов и фиксированном индексе Хирша (за отчётный период) итоговый показатель публикационной активности учёного имеет сильную положительную корреляцию с числом опубликованных работ.

Для этого случайную величину прироста публикационной энтропии ΔS_h в расчёте на одну статью исследователя, обладающего в данный интервал времени фиксированным индексом Хирша h , можно смоделировать с помощью двух независимых случайных чисел $rand$, равномерно распределённых в интервале (0, 1) согласно выражению:

$$\Delta S_h = -I_{c0} \ln(1 - rand_1) - hI_{f0} \ln(1 - rand_2), \quad (3)$$

и затем рассчитать их среднюю сумму (2) при фиксированном числе публикаций. Выражение (3) согласовано с экспоненциальными распределениями индексов цитируемости и импакт-факторов журналов. При многократном стохастическом моделировании по формуле (3) и фиксированном n в пределе будет получена зависимость:

$$S_h = n(I_{c0} + hI_{f0}). \quad (4)$$

Так проявляет себя логическое противоречие, лежащее в основе принятого управленческого решения, действующего уже в течение последних 20 лет в российской науке, – за *качественный* показатель результативности научной деятельности среднего российского учёного принято *количество* опубликованных им работ за установленную единицу времени.

Поэтому приказ Минобрнауки и РАН 2006 г., на наш взгляд, вызвал переход к новой траектории развития науки в России. А Указ Президента РФ 2012 г.², направленный на стимулирование учёных увеличивать число публикаций, ускорил данный процесс.

В термодинамике неравновесной системы максимум производства энтропии по Циглеру реализуется исключительно через случайные флуктуации энтропии по Гиббсу, обладающие тремя фундаментальными свойствами: стационарностью

² Указ Президента РФ от 07.05.2012 г. № 597 «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики».

(равномерным в среднем появлением событий во времени), ординарностью (невозможностью появления двух событий в локальной области одновременно) и отсутствием последействия (независимостью событий). Все три признака приводят к экспоненциальному распределению Гиббса для случайной флуктуации энтропии. Два последних свойства создают условие квазизамкнутости для релаксационных процессов после каждой флуктуации энтропии.

При создании публикации в полной мере проявляет себя только стационарность. Свойства ординарности и отсутствия последействия в серии публикационных событий, естественно, могут вызвать возражения. Однако, во-первых, исследователями широко применяется практика работы в режиме разделения времени над разными задачами, которая позволяет избежать интеллектуального и эмоционального выгорания и тем снимает проблему параллельных событий. Во-вторых, согласно исследованиям в теории массового обслуживания можно утверждать, что если среди продуктов публикационной деятельности, учитываемых в расчёте показателей результативности (ПРНД), встречаются различные виды апробаций научных результатов – публикации, патенты, доклады, лекции, интервью и другие результаты интеллектуальной деятельности (РИД), представляющие самостоятельные потоки случайных событий с ограниченным последствием, то чем больше потоков входит в сумму, тем ближе публикационный процесс к набору простейших пуассоновских потоков [9, с. 524].

По этим причинам публикационную деятельность современных отечественных учёных можно рассматривать как аналог суммы результатов термодинамических флуктуаций, обладающих тремя перечисленными математическими свойствами. Каждой публикации можно присвоить численный атрибут: импакт-фактор издания, в котором она опубликована, количество ссылок, полученных в течение первых трёх лет после выхода публикации, их комбинацию, например (1), или среднюю оценку группой экспертов научного вклада, отражённого в данной научной апробации и др. Вероятностные расчёты [10] показывают, что на основании трёх перечисленных свойств плотность вероятности любого положительно определённого атрибута публикации x будет описываться законом Гиббса–Больцмана:

$$f(x) = Z_1 \exp(-x/A), \quad (5)$$

где A – среднее значение атрибута x , Z_1 – нормирующий коэффициент. На основании свойств стационарности и ординарности потока случайных событий можно получить аналогичное распределение для интервалов времени между случайными событиями ([10, с. 277]):

$$f(\Delta t) = Z_2 \exp(-\Delta t/B). \quad (6)$$

Суммарный атрибут X , накопленный исследователем в n публикациях за соответствующий интервал времени, выразится плотностью вероятности, определяемой распределением Эрланга – гамма-распределением с целочисленным показателем формы n :

$$f(X, A, n) = \frac{X^{n-1}}{(n-1)! A^n} e^{-X/A}. \quad (7)$$

Ныне действующая в нашей стране система материального и морального стимулирования учёных создаёт условия для достижения максимума публикационного показателя X исследователя или коллектива учёных за фиксированный небольшой (например, два года) интервал времени. Заметим, что количество публикаций одного автора (без приписок) ограничено сверху физиологией мозга человека (скорость обработки данных при сознательном мышлении составляет около 10 бит в секунду³), также как возрастание скорости производства энтропии в замкнутой природной термодинамической системе всегда ограничивается её температурой (скоростью движения молекул). Заметим, что неслучайно температура является величиной, связанной с энтропией в термодинамике. Поэтому можно полагать, что скорость обработки данных мозгом (в нашем случае – константа) тоже сопряжена с творческим процессом научной деятельности.

Воспользовавшись эргодической теоремой (среднее по времени равно среднему по совокупности эквивалентных опытов), легко продемонстрировать реализацию закона (7) при большом числе потоков научной продукции (монографии, статьи, доклады на совещаниях разного уровня, патенты, научно-популярные издания, карты, путеводители, популярные лекции для молодёжи и населения, программы для численных расчётов, методики анализа вещества, экспертизы, отзывы на диссертации, информационные записки и др.) на публикационных показателях учёных отдельно взятого института за два года (см. рисунок).

Важным свойством гамма-распределения (7) является устойчивость к суммированию [10]. Поэтому для научного сотрудника организации суммарный публикационный показатель X за два года также будет описываться гамма-распределением с некоторыми обобщёнными параметрами формы n и масштаба A .

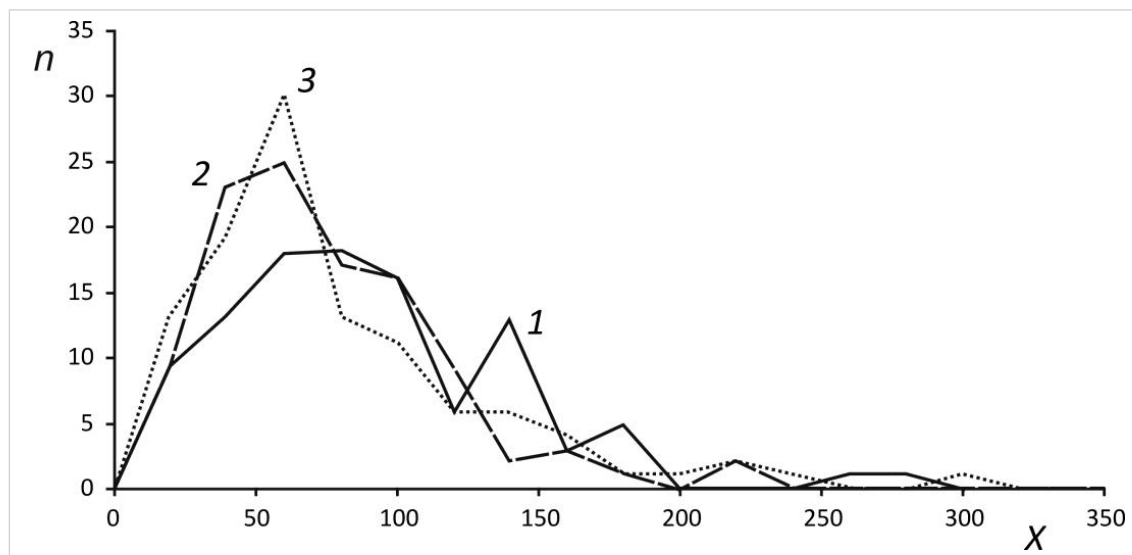


Рис. Частоты встречаемости показателя результативности X 108 научных работников одного из институтов Минобрнауки за 2022–2023 (1), 2023–2024 (2) и 2024–2025 (3) гг.

Fig. The frequency of occurrence of performance indicator X of 108 researchers from an institute of the Ministry of Education and Science for 2022–2023 (1), 2023–2024 (2) and 2024–2025 (3).

³ Dajose L. Thinking slowly: The paradoxical slowness of human behavior // Caltech : [сайт]. 2024. December 17. URL: <https://caltech.edu/about/news/thinking-slowly-the-paradoxical-slowness-of-human-behavior> (дата обращения: 20.08.2026).

С помощью критерия Манна–Уитни (Уилкоксона) установлено, что при уровне значимости 0,05 не наблюдается различий между полученными данными по публикационной активности сотрудников института (рисунок) и прогнозом по обобщённому гамма-распределению для всех трёх интервалов времени, несмотря на то, что правила расчётов с каждым годом незначительно менялись в среднем не более чем на 5% по результатам перерасчёта.

Данный публикационный процесс, анализируемый за интервал два года, продолжает удовлетворять максимуму производства публикационной энтропии. Заметим, что при переходе к полному штату научных сотрудников института и с учётом эргодической теоремы полученный результат (рис.) можно интерпретировать как отображение распределения плотности вероятности суммарного публикационного показателя X , получаемого за два года «средним» научным сотрудником института в рамках утверждённой методики расчёта.

По аналогии с индивидуальным ПРНД в 2020 г. Минобрнауки был введён аналогичный показатель для научной организации – КБПР (*комплексный балл публикационной результативности*). Данный показатель публикационной энтропии учитывает только импакт-фактор журнала, в котором опубликована статья сотрудника института. Однако заметим, что теперь от значения данного показателя зависит не стимулирующая выплата учёному, а базовое финансирование организации.

Напомним, что идея квартилей в информационной базе данных Web of Science была внедрена с целью сглаживания крайне ассиметричного (экспоненциального) распределения плотности вероятности импакт-факторов научных журналов. Однако при переходе к отечественной информационной базе (Белому списку научных журналов), заимствовавшей тот же принцип квартилей, в расчёт КБПР вернулся естественный, близкий к экспоненциальному, крайне ассиметричный закон распределения обобщённых импакт-факторов журналов. В результате для оценки эффективности научной организации как макросистемы был утверждён тот же предельный принцип показателя успешности, выражаемый через «публикационную энтропию», и мерой качества научной работы организации утверждено количество опубликованных статей. Вполне ожидаемо оказалось, что монографии по естественным наукам, которым априори нельзя присвоить определённый импакт-фактор, оцениваются в 2,5 раза ниже статьи в журнале самого нижнего квартиля БС4 – в 1 балл КБПР.

Особая и парадоксальная ситуация складывается в междисциплинарной научной организации. В обособленных структурных подразделениях гуманитарного и естественно-научного направлений расчёт КБПР производится по разным методикам и в результате при разделении финансирования институтов возникают неразрешимые проблемы.

ПРЕДЕЛЬНЫЙ ПЕРЕХОД К СТАЦИОНАРНОМУ ПРОЦЕССУ ИССЛЕДОВАНИЙ

Рассмотрим случай стационарного процесса научных исследований в условиях стимулирования индивидуальной публикационной активности. Положим, что

финансирование коллектива не зависит от комплексного балла публикационной результативности организации. Покажем, как можно совместить две мотивации исследователя – возможность заниматься интригующей научной темой и получение материального и морального стимулирования за активную индивидуальную публикационную деятельность.

В рамках гипотезы о потоках публикаций, отражающих результативность учёных, перейдём к единому обобщённому пуассоновскому потоку случайных событий – публикаций – и экспертной оценки вклада в науку, содержащегося в опубликованной научной работе. Данный переход правомерен, если учесть, что всегда существует разброс индивидуальных показателей, характера и стиля работы членов исследовательского коллектива, работающего по единой теме НИР. Анализ данной модели приведёт к закону Гиббса–Больцмана (5).

Будем считать, что финансирование исследований в рамках темы НИР стабильно и рассчитывается с учётом установленной законами Российской Федерации оплаты труда сотрудников (учёных, инженеров, лаборантов и др.), регулярного обновления научного оборудования и снабжения расходными материалами, финансирования затрат на экспедиционные работы, научные командировки и прочее, как это происходило во времена СССР. При этом радикальной смены научного направления коллектива не происходит в течение 10–20 лет. Тогда можно считать, что исследовательский процесс протекает в открытой термодинамической системе с постоянными граничными условиями.

Доказательство достижения стационарного исследовательского процесса в такой системе связано с предельным переходом, реализующимся при превышении определённого масштаба времени для процедуры аттестации коллектива, насчитывающего N научных сотрудников. В стационарном процессе открытая система с постоянными граничными условиями, согласно теореме Пригожина, производит энтропию, постепенно приближаясь к минимальному значению. В исследовательском процессе эта ситуация даёт надежду для достижения результатов мирового уровня.

Рассмотрим теорему о сумме случайных величин в случайном числе [10, с. 268].

Выберем интервал времени τ . Пусть общее количество публикаций, входящих в рамки научного направления и темы НИР, разрабатываемой данным коллективом, за это время составляет ν . Если при увеличении интервала τ число публикаций будет описываться геометрическим законом:

$$P(\nu) = (1 - q)q^{(\nu-1)}, \quad (8)$$

то при $q \rightarrow 1$ сумма показателей научной значимости работ коллектива, состоящей из средних оценок, присваиваемых, например, группой экспертов каждой публикации $X = \sum_{i=1}^n x_i$, будет приближаться к выражению:

$$f(X, \lambda) = \lambda e^{-\lambda X}. \quad (9)$$

При этом происходит одно крайне важное явление – дифференциальная энтропия геометрического закона (8) устремляется к бесконечности. Это обстоятельство подчёркивает предельный переход к новому масштабу событий, при котором возможен иной способ описания неравновесной термодинамической системы. Так стационарный режим работы коллектива можно описывать

стремлением к минимуму производства энтропии по Пригожину. Одновременно индивидуальные показатели сотрудников на традиционных интервалах времени в один-два года могут продолжать демонстрировать максимум производства публикационной энтропии.

Предельный переход, как все предельные переходы в теории вероятностей, обладает дополнительным важным качеством – он не зависит от закона распределения атрибута публикации x , входящего в сумму X (9). Иными словами, в качестве показателя результативности можно использовать как среднюю экспертную оценку научного вклада, содержащегося в публикации, так и импакт-фактор журнала, индекс цитирования или другие признаки. От этого закон (9) при выполнении условий теоремы не изменится. Однако очевидно, что наилучшим признаком научной результативности является экспертная оценка (неявно присутствующая во всех упомянутых показателях), поскольку допускает адекватную экспертизу отдельных, наиболее важных обобщающих работ – монографий, патентов и др.

Как можно установить признаки реализовавшегося предельного перехода?

На практике минимальный отрезок времени, при котором можно считать реализовавшимся предельный переход к (9), можно оценить, например, с помощью критерия достоверности (возможно использование разных параметрических и непараметрических критериев).

Заметим, что так же, как получено выражение (7) из уравнения (5) (методом характеристических функций), для нового отрезка времени $t = k\tau$ плотность вероятности распределения показателя публикационной результативности коллектива будет вновь описываться гамма-распределением

$$(X_t, \lambda, k) = \frac{\lambda^k X_t^{k-1}}{\Gamma(k)} e^{-\lambda X_t}, \quad (10)$$

где $\Gamma(k)$ – гамма-функция Эйлера.

Согласно эргодической теореме результаты исследовательской работы коллектива над темой НИР за время t будут условно эквивалентны работе одного среднего научного сотрудника в стационарном процессе за время Nt . Обратим внимание, что полученный отрезок времени для отдельного учёного, как правило, не имеет смысла, поскольку чаще всего превышает весь период его активной деятельности. Но если полученный результат публикационной активности научного коллектива за 3–10 лет подчиняется гамма-распределению (10) согласно выбранному критерию достоверности, то квазистационарность режима работы коллектива по данной теме НИР будет подтверждена.

В последовательной серии статистических расчётов через каждый период τ при стационарных условиях работы, согласно законам термодинамики, можно обнаружить, что среднее значение показателя $\langle X_t \rangle = k/\lambda$ будет стремиться к минимуму. Напомним, что данную закономерность нельзя расценивать как снижение эффективности работы научного коллектива. Даже наоборот, в стационарном режиме работы коллектива по долгосрочному научному направлению без финансовых и реорганизационных потрясений от сотрудников можно ожидать результатов мирового уровня.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За прошедшие два десятка лет в науке появилось целое поколение исследователей, которые воспринимают успешность в науке только через наукометрическую оценку своей работы.

С внедрением единственного руководящего принципа оценки только одной из сторон деятельности учёного – производства статей, на всех уровнях мотивация не только исследователей, но и руководителей научных организаций изменяется. В таком переходном режиме, усложнённом введением показателя КБПР и непрерывно появляющимися новыми управленческими решениями, динамическая система отечественной науки не может сохранять единство и эффективность.

Наука усложняется, её всё труднее понимать, но необходимое и непрерывное самообразование учёных требует затрат времени, что становится крайне сложным под давлением публикационных нормативов. Поэтому роскошь самообразования и вдумчивое отношение к предмету исследования постепенно исключаются из практики. Закономерно, что в последние годы основным содержанием научной продукции в естественных науках стали простые эмпирические факты, не вызывающие особых сомнений. Теоретические обобщения, новые концепции, теории и критический анализ традиционных взглядов встречаются всё реже и реже.

Быстрая автоматическая система оценки научной работы привела к сокращению исследовательского цикла – от одного месяца или квартала до трёх лет, что неслучайно совпадает с трёхлетним финансовым циклом Правительства РФ. Однако в науках о Земле исследовательский процесс включает: информационную подготовку, закупку снаряжения, заброску и проведение полевых работ в месте исследования, доставку и обработку каменного материала, препарирование и выполнение аналитических исследований, научный анализ и обобщение, написание рукописи статьи и, наконец, процедуру опубликования рукописи в журнале с рецензированием. Поэтому трёх лет не хватает для выполнения темы НИР. Как следствие – мельчают цели и задачи исследований.

Заметим также, что явная преемственность тем НИР теперь не приветствуется и за этим следит корпус экспертов – членов Российской академии наук.

Давление наукометрических подходов приводит к тому, что учёные не видят необходимости в обсуждении научных результатов коллег по итогам прошедшего года. Экспертную оценку вклада в науку отдельного исследования заменяет простое рейтинговое голосование, в котором решающее значение имеет сложившийся авторитет автора публикации и импакт-фактор журнала, в котором опубликована экспертируемая статья. А фракционный принцип расчёта стимулирующих выплат по показателю результативности научной деятельности вызывает желание ограничивать число соавторов, что негативно сказывается на качестве работы. Происходит атомизация не только отдельной научной проблемы, но и исследовательских коллективов.

Искусственный интеллект (ИИ) сегодня вполне серьёзно рассматривается как образец «нового учёного», способного во многом заменить человека, по крайней мере, при составлении литературного обзора по теме исследования.

Теперь это становится общей практикой, а вычленить вклад ИИ в работу уже не представляется возможным.

Отдельный и крайне негативный эффект, по нашему мнению, имеют платные журналы, гарантирующие высокую скорость выхода публикации, но не отличающиеся должной экспертизой работ на стадии рецензирования. Российский научный фонд, подчиняясь наукометрической парадигме, при этом позволяет выделять часть гранта на оплату публикаций.

К сожалению, можно быть уверенным, что Рубикон пройден, и ностальгии о прошлом у современных исследователей уже не будет.

Принципиально важным моментом в описанной проблеме двух траекторий развития отечественной науки является масштаб действия предельных принципов. В природе в сложных физико-химических системах всегда реализуются оба антагонистических принципа неравновесной термодинамики и предельный переход между ними [11]. Причём нами замечено, что среди термодинамических систем встречаются оба варианта: на микроуровне – первый принцип, а на макроуровне – второй, и наоборот. Предельный переход выполняет две функции:

1. переход от флуктуаций Гиббса, описываемых с применением ньютоновского, обратимого времени, к термодинамическим событиям с необратимым временем, где реализуется второе начало (неубывающая энтропия);

2. непротиворечиво согласует два антагонистических принципа неравновесной термодинамики, применяемых на разных масштабах пространства–времени в рамках единого естественного процесса.

Нам представляется, что аналогичные условия можно создать в системе управления отечественной наукой, разделяя масштабы применения руководящих решений, фиксируя условия предельного перехода, критерии и методику оценки результативности. По приведённой модели стационарный процесс возрастания научного знания в отдельных публикациях по серии связанных между собой тем НИР при стабильном государственном обеспечении исследований за большой интервал времени не будет противоречить стимулированию активной публикационной деятельности отдельного исследователя. Думается, что так можно достичь мирового уровня знаний по отдельному, не теряющему своей актуальности научному направлению.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Данилов Ю. А., Кадомцев Б. Б. Что такое синергетика? // Нелинейные волны. Самоорганизация. М. : Наука, 1983. С. 30–43.
2. Bailey K. D. Social entropy theory: An overview // Systemic Practice and Action Research. 1990. Vol. 3, № 4. P. 365–382. DOI 10.1007/bf01063441. EDN NEIPCK.
3. Ракин В. И. Термодинамика и аналогии в жизни общества // Управление наукой: теория и практика. 2025. Т. 7, № 2. С. 164–178. DOI 10.19181/sntp.2025.7.2.10. EDN UUUEPS.
4. Больцман Л. Избранные труды / отв. ред. Л. С. Полак. М. : Наука, 1984. 590 с.
5. Пригожин И., Конденуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур / пер. с англ.: Ю. А. Данилов, В. В. Белый. М. : Мир, 2002. 461 с. ISBN 5-03-003538-9. EDN PCHNYJ.
6. Циглер Г. Экстремальные принципы термодинамики необратимых процессов и механика сплошной среды / пер. с англ.: Г. И. Беренблатт. М. : Мир, 1966. 135 с.

7. Климонтович Ю. Л. Энтропия и информация открытых систем // Успехи физических наук. 1999. Т. 169, № 4. С. 443–452. DOI 10.3367/UFNr.0169.199904e.0443.
8. Хорган Д. Конец науки: взгляд на ограниченность знания на закате Века Науки / пер. с англ.: М. В. Жукова. СПб. : Амфора ; Эврика, 2001. 479 с. ISBN 5-94278-179-6.
9. Вентцель Е. С. Теория вероятностей : учеб. для вузов. 7-е изд. М. : Высшая школа, 2001. 575 с. ISBN 5-06-003650-2.
10. Гнеденко Б. В. Курс теории вероятностей : учебник. 8-е изд., испр. и доп. М. : Едиториал УРСС, 2005. 448 с. ISBN 5-354-01091-8. EDN QJNZOH.
11. Rakin V. I. A chemical crystal-forming system. Hierarchy of limiting principles of thermodynamics // Crystallography Reports. 2025. Vol. 70, № 7. P. 1219–1232. DOI 10.1134/S1063774524602673. EDN JLMVDG.

REFERENCES

1. Danilov Yu. A., Kadomtsev B. B. What is synergetics? [Chto takoe sinergetika?]. In: Nonlinear waves. Self-organization [Nelineinyye volny. Samoorganizatsiya]. Moscow : Nauka; 1983. P. 30–43. (In Russ.).
2. Bailey K. D. Social entropy theory: An overview. *Systemic Practice and Action Research*. 1990;3(4):365–382. DOI 10.1007/bf01063441.
3. Rakin V. I. Thermodynamics and analogies in social life. *Science Management: Theory and Practice*. 2025;7(2):164–178. (In Russ.). DOI 10.19181/smt.2025.7.2.10.
4. Boltzmann L. Selected works [Izbrannyye trudy]. Ed. by L. S. Polak. Moscow : Nauka; 1984. 590 p. (In Russ.).
5. 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.
6. 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.).
7. Klimontovich Yu. L. Entropy and information of open systems. *Physics-Uspekhi*. 1999;169(4):443–452. (In Russ.). DOI 10.3367/UFNr.0169.199904e.0443.
8. Horgan J. The end of science: Facing the limits of knowledge in the twilight of the Scientific Age. Transl. from English by M. V. Zhukova. St. Petersburg : Amfora ; Evrika; 2001. 479 p. (In Russ.). ISBN 5-94278-179-6.
9. Ventzel E. S. Probability theory [Teoriya veroyatnostei] : A textbook for HEIs. 7th ed. Moscow : Vysshaya shkola; 2001. 575 p. (In Russ.). ISBN 5-06-003650-2.
10. Gnedenko B. V. A course of probability theory [Kurs teorii veroyatnostei] : A textbook. 8th ed., revised and enlarged. Moscow : Editorial URSS; 2005. 448 p. (In Russ.). ISBN 5-354-01091-8.
11. Rakin V. I. A chemical crystal-forming system. Hierarchy of limiting principles of thermodynamics. *Crystallography Reports*. 2025;70(7):1219–1232. DOI 10.1134/S1063774524602673.

Поступила в редакцию / Received 18.06.2026.
 Одобрена после рецензирования / Revised 07.08.2026.
 Принята к публикации / Accepted 21.08.2026.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Ракин Владимир Иванович *rakin@geo.komisc.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.komisc.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