

*А.Н. Павлов*

**КВАНТ ДЕЙСТВИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ИНФОРМАЦИИ**

*A.N. Pavlov*

**THE QUANTION OF OPERATION  
FOR PRODUCTION OF INFORMATION**

*Приводится авторская разработка связи энергетической энтропии Л. Больцмана и информационной энтропии К. Шеннона. Вводится производная универсальная константа  $D$ , характеризующая энергетические расходы природы на производство одного бита информации*

*Ключевые слова: энтропия, гипербола Я. Виньковецкого, слой жизни, товар, естественное функционирование природных систем, мусор эволюции, техносфера, константа Л. Больцмана.*

*The author presents his elaboration of the problem of connection between the Boltzmann energy entropy and Shannon information entropy. The derivative universal constant, that defines the energy expenses of nature for the production of one bit of information, is introduced.*

*Key words: entropy, Ya. Vinkovevetsky's hyperbola, life layer, commodity, normal functioning of natural systems, evolution debris, technosphere, L. Boltzmann's constant.*

*...прозрачные намёки на сохранение не только вещества и энергии, но и чего-то ещё, что не есть ни вещество, ни энергия [Тарасов, 1984, с. 84]*

Человечество живёт и развивается за счёт природного сырья и энергоресурсов. И то и другое человек берёт у природы и в основном в той её части, которая называется средой обитания. Это поверхность Земли и прилегающие к ней области литосферы, гидросферы и атмосферы, т.е. та часть нашей планеты, которую я назвал **слоем жизни** [Павлов, 2004]. Используя этот слой в своих целях, человек понижает его энергозапас и структурно упрощает, что соответственно приводит к повышению термодинамической энтропии ( $S$ ) и понижению информационной энтропии ( $H$ ). ( $S$  – мера энергетической устойчивости системы;  $H$  – мера информации.)

Величину  $S$  можно рассматривать как энтропию Л. Больцмана, поскольку в данном случае она является статистической характеристикой. Информационная энтропия К. Шеннона ( $H$ ) отражает степень параметрического разнообразия среды, меру её неоднородности. Своей деятельностью человек эту неоднородность снижает, нивелируя природную сложность, сформировавшуюся до него и без него.

Возможность связи  $H$  и  $S$  давно привлекала внимание учёных. В немалой степени этому способствовала тождественность их математических выражений:

$$S = K \sum P_i \ln 1/P_i ;$$

$$H = K_n \sum p_i \log_2 1/p_i$$

где  $K$  – постоянная Л. Больцмана,  $1,38 \cdot 10^{-23}$  дж/град;  $K_n$  – константа;  $P_i$  – вероятность микросостояний системы, например, хаоса или порядка;  $p_i$  – вероятность исходов (событий), например, хаоса или порядка.

Как часто бывает в таких случаях, вначале сформировалось два противоположных взгляда на этот вопрос. Один из них связан с именами Н. Винера (1958 г.) и Л. Бриллюэна (1960 г.). Он состоит в том, что величины  $S$  и  $H$  по своему существу обозначают одно и то же. Это позволило трактовать информацию как отрицательную энергию (по Н. Винеру) или как «негэнтропию» (по Л. Бриллюэну).

Второй взгляд разрабатывался Д. Пирсом (1967 г.), который рассматривал понятия  $S$  и  $H$  как совершенно не связанные между собой понятия, а тождественность их математических выражений считал случайным совпадением.

Я.А. Виньковецкий [1971] пришел к третьему выводу. Он утверждал, что тождественность математического оформления понятий  $S$  и  $H$  – факт фундаментального значения, отражающий структурно-динамическое единство мира. Он предложил рассматривать вероятности, входящие в известные уравнения Л.Больцмана и К.Шеннона, как характеристики, относящиеся к событиям разных классов – соответственно, энергетическим и структурным.

Таким образом, по Я.В. Виньковецкому  $S \equiv S_e$  – энергетическая энтропия,  $H \equiv S_c$  – структурная энтропия. Эти величины у Я.А. Виньковецкого являются сопряжёнными, но не аддитивными, т.е. их нельзя сложить или вычесть одну из другой, чтобы получить общую энтропию замкнутой системы в какой-то миг её эволюции.

Связь  $S_e$  и  $S_c$  Я.А.Виньковецкий рассматривал как равнобочную гиперболу:

$$S_e S_c = S H = D = \text{const.}$$

В соответствии со вторым законом термодинамики природа развивается асимметрично: *если в одном месте из хаоса возникает порядок, то где-то в другом порядке становится на столько же меньше*. Общий запас энергии в природе сохраняется, только качество её ухудшается. Величины  $S$  и  $H$  отражают именно такое положение вещей и через их взаимоотношения мы можем воспринимать структурно-энергетическую устойчивость мира. В этом смысле величины  $D$ . Исходя из понятия товара, как продукта, получаемого за счёт природы [Павлов, 2004], мы неизбежно приходим к пониманию неполноты схемы Я.А. Виньковецкого, который рассматривал сопряженные по  $S$  и  $H$  события, относящиеся только к одной сфере человеческой деятельности – разрушительной. *Но человек ещё и созидает, производит товары*. При этом, уменьшая количество порядка в одном месте (дезинтегрируя, структурно разрушая слой жизни), он, в соответствии с асимметрией развития, в другом месте количество порядка увеличивает. Эта прибавка реализуется в созданных человеком товарах. Во времени и пространстве они от природы отделены их создателем.

Это означает, что на гиперболе Я.А. Виньковецкого следует рассматривать не одну точку, перемещающуюся влево и вверх или вправо и вниз в зависимости от разрушения или самоорганизации природных систем, а две точки, одна из которых принадлежит природе (1), а другая – сфере производства товаров (2) (рис. 1).

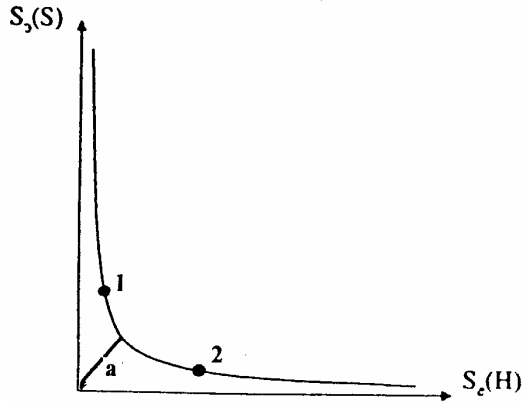


Рис. 1. Гипербола Я.А. Виньковецкого в интерпретации А. Павлова (точки 1 и 2).  $S \cdot H = a^2/2 = D$ . Здесь  $a$  – половина действительной оси (см. справочник по математике)

Поскольку техногенез как производство товаров был не всегда, есть основания обсуждать некие начальные условия, когда техногенеза ещё не было. Естественно полагать, что до «прихода» человека слой жизни какое-то геологическое время не только уже существовал, но и мог бы еще существовать в режиме динамического равновесия, во всяком случае, на уровне энтропийного баланса. Это могло означать лишь одно: *начальные условия, т.е. условия к моменту действия техногенеза, соответствовали равенству величин  $S$  и  $H$ .*

Таким образом, можно говорить, что до техногенеза была некая точка  $Z(S_0, H_0)$ , назовём её ZERO, которая свидетельствовала о том, что порядок и беспорядок в слое жизни были уравновешены. Это означает, что между хаосом и порядком ещё не было различия, они существовали в одном. Такая ситуация вполне реальна, поскольку эти понятия не абсолютны и чтобы их различить нужна какая-то точка отсчёта, от которой можно измерять: *чего-то стало больше, чего-то меньше.*

На рис. 2 условиям точки ZERO соответствует появление константы  $D$ , которая позволяет оценить рост хаоса в природе при сопряжённом росте порядка в процессе формирования и развития техносферы (сферы производства товаров).

Внутреннее единство  $S$  и  $H$  в точке ZERO  $Z(S_0, H_0)$  делает естественным толкование  $H$  как «негэнтропии». Но это отступление от представлений о разноклассовости  $S$  и  $H$  возможно только в этой точке и только один раз. Зато такая возможность является исключительно ценной, поскольку позволяет получить численное значение постоянной  $D$  и понять её глубинный смысл.

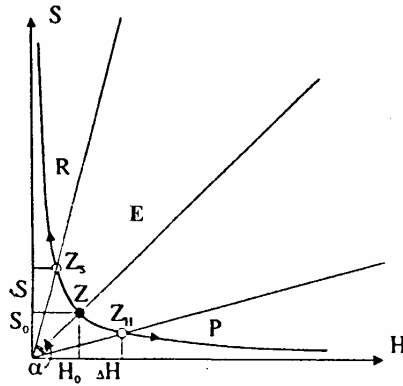


Рис. 2. Схема распределения хаоса и порядка (раздвоение точки **Z** – **ZERO**).

**R** – область регрессивной эволюции; **P** – область прогрессивной эволюции;  $S_0, H_0$  – начальные условия,  $Z(S_0, H_0)$ ; **E** – область, возникающая в результате эволюции слоя жизни;  $\rightarrow$  направления сопряженных составляющих эволюции;  $\alpha$  – угол расхождения точки **ZERO**, после её раздвоения

В точке **ZERO** исчезает смысловая разница между вероятностями в уравнениях Л. Больцмана и К. Шеннона. *Хаос и порядок [Эткинс, 1987] в ней неразличимы, а потому и равновероятны.* А это означает, что величины  $P_i$  и  $p_i$  соответственно равны 0,5, а число состояний-событий ( $n$ ) равно 2. Теперь нетрудно вычислить значения  $S_0$  и  $H_0$ :

$$S_0 = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot \sum 0,5 \ln 2 = 0,956 \cdot 10^{-23} \text{ дж/град.}$$

$$H_0 = \sum 0,5 \log_2 2 = 1 \text{ бит.}$$

(Бит – единица информации. По формуле Хартли (1928 г.)  $I = \log_2 N$ ;  $N$  – число равновероятных вариантов, из которых производится выбор,  $I$  – число бит. 1 бит =  $\log_2 2$ .)

Далее очевидно, что

$$D = H \cdot S = H_0 \cdot S_0 = 0,956 \cdot 10^{-23} \text{ дж.бит/град.}$$

Графически величина  $D$  представляет собой площади прямоугольников, в которые трансформируется начальный квадрат после раздвоения точки **ZERO**. Эту ситуацию легко представить, если отрезки  $OZ$  перемещать вниз или вверх от точки **Z** как диагональ начального квадрата, который при таком перемещении будет деформироваться во всё более узкие прямоугольники. Внешне физический смысл константы  $D$  просматривается как контроль сбалансированности прибавок  $\Delta H$  в сфере производства товаров с прибавками  $\Delta S$  в слое жизни: *сколько сконструировано, столько и разрушено (один класс объектов при своем появлении черпает энергию из другого и живёт за его счёт).*

Простой анализ развития природы на принципах больше-меньше, лучше-хуже, начало-конец, порядок-беспорядок показывает что, если возникновение порядка или рост организованности рассматривать как совершенствование, как

эволюцию, то усиление хаоса, беспорядка можно рассматривать как противоположный процесс. В геологии существуют понятия прогрессивного и регрессивного метаморфизма. (*Метаморфизм – процесс изменения горных пород под действием на них давления, температуры и растворов.*)

Воспользуемся этой «заготовкой» и назовём все процессы, связанные с ростом информационной (структурной) энтропии  $H$ , – прогрессивной составляющей эволюции (**P**), а все процессы сопряженные, ведущие к увеличению хаоса и соответственно энергетической энтропии  $S$ , – регрессивной составляющей эволюции (**R**) (см. рис. 2).

После раздвоения точки **ZERO** различие между мерой хаоса ( $S$ ) в слое жизни и мерой порядка ( $H$ ) в техносфере стало расти. Величина этого различия может оцениваться через угол  $\alpha$ , а скорость через быстроту его увеличения.

Между полями прогрессивной составляющей эволюции (**P**) и регрессивной (**R**) появляется новое поле (**E**), которого не было в начальном состоянии **ZERO** или которое, скорей всего, в это начальное состояние входило.

Что же это за поле? Заметим, что его существование раскрылось только в процессе техногенной эволюции слоя жизни. Оно появилось одновременно с полями **P** и **R**.

Попробуем раскрыть его смысл, вернувшись к понятию товар. Техносфера состоит из товаров, прямых или косвенных (потенциальных), поскольку отходы любых производств, в принципе, могут и должны будут вновь перерабатываться в товар. Но перед этим переработчик их должен будет купить у владельца тоже как товар. В конце концов, товар потому и создаётся, что его потребляет человек. Потребляя товар, человек его уничтожает, т.е. деструктурирует то, что создавал. Возникает поразительная цепь событий:

**разрушение природы ⇒ создание товара ⇒  
⇒ разрушение товара ⇒ ???**

За счёт разрушения товара (потребления) человек живёт. Но человеческая жизнь это гораздо больше, чем биологический феномен. Человек формирует свое «Я», свою психику, свой интеллект, историю, этносы, т.е. то, что принято называть культурой, а проще говоря, то, что составляет его **духовный мир**.

Таким образом, есть основания предполагать, что человеческая деятельность, приводя к дезинтеграции слоя жизни (поле **R**) и формированию техносферы как новообразования (поле **P**), раскрывает появление духовного мира, как части целого (поле **E**) [ $E$  – начальная буква слова *ESSENCE* – сущность (англ.)].

Вот тут-то и проявляется второй, главный, смысл константы  $D$ . Для его понимания вернёмся немного к истокам – некоторым школьным понятиям.

Константа Больцмана  $K = R/N_A$ , где  $R$  – универсальная газовая постоянная. Она численно равна работе, совершаемой одним молекул (киломолекул и т.п.) идеального газа при его нагревании на один градус в условиях постоянного давле-

ния. Для одного киломоля  $R = 8,31 \cdot 10^3$  дж/кмоль.град.  $N_A$  – число Авогадро, для всех веществ одинаковое и равное количеству молекул в одном моле и т.п.; для одного киломоля  $N_A = 6,023 \cdot 10^{26}$  кмоль<sup>-1</sup>.

Таким образом, константа Больцмана – это производная универсальная постоянная, равная работе, совершаемой одной молекулой вещества при повышении его температуры на один градус. Очевидно, что можно говорить и об обратной ситуации – потере тепла и соответствующей способности произвести работу.

Теперь предложим схему формирования техносферы:

1. Качество и количество изготовленного товара, характеризуется величиной новой информации в битах.
2. На производство этих битов затрачивается энергия, забираемая человеком у природы.
3. При этом термодинамическая энтропия природных систем ( $S$ ) растет.
4. Этот рост связан с понижением температуры и освобождением тепла как энергии.

(Одна молекула производит больцмановскую порцию  $1,38 \cdot 10^{-23}$  джоуля тепла при уменьшении температуры на один градус.)

5. Это тепло затрачивается на создание новых структур (товаров), но не полностью (по второму закону термодинамики всё тепло превратить в работу нельзя), а с определенным коэффициентом полезного действия (к.п.д.). Для условий точки **ZERO** к.п.д. оказался равным

$$\text{к.п.д.} = \sum P_i \ln 1/P_i = \sum 0,5 \ln 2 = 0,693.$$

6. Тогда  $D$  – это еще одна производная универсальная константа, характеризующая *энергетические расходы природы на производство одного бита информации* (см. выше выражения для  $S_0$ ,  $H_0$  и  $D$ ):

$$D = 0,956 \cdot 10^{-23} \text{ дж.бит/град.}$$

Это своего рода **квант действия по производству информации**.

**К.п.д. = 0,693** – очень высокая величина. Она показывает, что разрушить природу в принципе можно довольно быстро.

При естественном функционировании природных систем, когда создаются объекты в основном «старого образца», т.е. происходит воспроизводство на основе энтропийного саморазрушения, – эволюция является очень медленным процессом. Поэтому к.п.д. = 0,693 для природы в принципе не уничтожительно. *Ведь создаётся в основном то, что уже было – совершается круговорот веществ.*

Но когда вместо круговорота из природных объектов производятся новые не известные природе товары – это уже не эволюция, а революция.

**Человек формирует революционный скачок в механизме эволюции.**

Оставшееся после производства новых битов тепло рассеивается. Это *шлак, мусор эволюции*. Он и составляет мир духовный – третью составляющую в структуре природы. Обозначив константу этого мира через  $D(E)$ , получим:

$$D(E) = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot (1 - 0,693) = 0,424 \cdot 10^{-23} \text{ дж.бит/град}$$

**$D(E) = 0,424 \cdot 10^{-23}$  дж.бит/град –  
квант действия по производству духовной материи.**

Возможно,  $D(E)$  характеризует механизм формирования природы в той сфере познания, которую Сатпрем [1989] назвал *божественным материализмом*.

Наша схема замкнута по балансу энергозатрат:

$$K \cdot \log_2 2 = D + D(E).$$

Попробуем проиллюстрировать нашу интерпретацию поля  $E$  с формальных позиций. Для этого построим рис. 3.

На нём в точке **ZERO** проведена касательная со стрелками на её концах. Очевидно, что направление вверх налево (в сторону оси  $H$ ) можно рассматривать как вектор  $H_0$ , а направление вниз направо (в сторону оси  $S$ ) – как вектор  $S_0$ . Угол между векторами  $\varphi = 180^\circ$ . После раздвоения точки **ZERO** появляются векторы  $H$  и  $S$ , которые перемещаются по гиперболе каждый в свою сторону. При этом угол  $\varphi$  между ними становится меньше  $180^\circ$  и по мере движения векторов угол этот уменьшается всё больше и больше, стремясь к величине  $90^\circ$ .

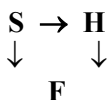
Совмещая при этом начало векторов  $H$  и  $S$ , получим картинку 2 на рис. 3. Заштрихованное поле можно рассматривать как эпюру векторного произведения.

В точке **ZERO**  $\sin\varphi = 0$ , а в предельной точке (начале координат) совмещения начал векторов  $\sin\varphi = 1$ . Соответственно, в точке **ZERO** вектор  $F$  является нуль-вектором, а у начала координат он приближается к своей максимальной величине.

Вектор  $F$  олицетворяет собой развитие духовного мира при процессе разрушения старых структур (рост  $S$ ) и создания на их обломках новых структур (рост  $H$ ).

Полезно отметить, что понятие векторного произведения родилось в механике. В согласии с ним вектор  $F$  можно рассматривать как момент  $H$  относительно начал векторов  $S$ . Таким образом, рис. 3 (2) настраивает нас на ощущение некоего крутящего момента в плоскостях  $H - F$ .

*Это означает, что процесс эволюции происходит по схеме  
триединства мира*



и протекает по спирали, профиль которой изогнут в соответствии с восходящей ветвью синусоиды.

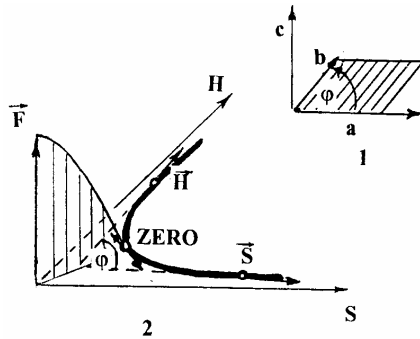


Рис. 3. Схема векторного произведения.

1 – справочный вариант:  $c = a \cdot b = |a| \cdot |b| \cdot \sin\varphi$ ;  $|a| \cdot |b|$  – произведение модулей;  $\varphi$  – угол между векторами;  $c$  – вектор, равный площади параллелограмма, построенного на векторах  $a$  и  $b$  как на сторонах.  $c$  – направлен перпендикулярно  $a$  и  $b$  в такую сторону, чтобы три вектора  $a$ ,  $b$ ,  $c$  образовали правую тройку, т.е. чтобы после совмещения начал векторов  $a$ ,  $b$ ,  $c$  кратчайший поворот (на рис. показан стрелкой) от  $a$  к  $b$  казался наблюдателю, смотрящему с конца вектора  $c$ , идущим против часовой стрелки. 2 – аксонометрия гиперболы  $S \cdot H$ . Векторы  $H$  и  $S$  показаны стрелками.

Иллюстрированы векторы  $H_0$  и  $S_0$  в точке ZERO ( $\varphi = 180^\circ$ ) и произвольно выбранные, но сопряженные по определению векторы  $H$  и  $S$  с углом  $\varphi < 180^\circ$ .

Таким образом, мы пришли к трём выводам принципиального порядка:

1. Поля прогрессивной ( $P$ ) и регрессивной ( $R$ ) ветвей эволюции имеют тенденцию к исчезновению, и *весь мир потенциально принадлежит шлаку эволюции – духовному миру*, который уже никем востребован и куплен не будет, потому что всё окажется уже купленным.

2. Предельное состояние мира это вектор  $F$ , который можно интерпретировать как состояние эволюционного равновесия, когда *слой жизни под воздействием техногенеза достигает предельной дезинтеграции (аналог абсолютно нуля)*, а техносфера, наоборот, – предела сложности.

3. Темп эволюции увеличивается в соответствии с поведением функции синуса в интервале  $0 - 1$ .

У ортодоксальных материалистов, по-видимому, возникнет сомнение в моей интерпретации поля  $E$  в связи с неосязаемостью души и неясностью этого понятия. Таким читателям можно напомнить, что понятие души не более непонятно, чем понятие энергии или заряда. Эти известные и ныне расхожие термины связаны со свойствами материального мира и не больше. Они тоже не сразу вошли в науку и не так безболезненно, как это сегодня может показаться. К примеру, принято считать, что энергия – это способность системы совершать работу. *Но можно измерить работу, когда она выполнена, нельзя измерить способность её совершить. Эту способность можно только вычислить или оценить.* Да это касается не только работы, а всех фундаментальных понятий.



Вспомните второй закон механики:  $F = ma$ , по которому силу  $F$  и ускорение  $a$  можно измерить. Но нельзя измерить массу  $m$ , которая является просто коэффициентом пропорциональности, как скажем величина  $A$  в линейной зависимости  $y = A \cdot x$ . [Джеммер, 1967].

*Таким образом, по нашему, может быть рискованному предположению, душа является носителем энергетического и информационного начал одновременно, её подвижность связана с порядком и хаосом. В этом смысле душою обладает всё сущее.*

Человек – это открытая природная система с низкой энтропией  $S$  и высокой энтропией  $H$ . На рис. 2 человек находится где-то в нижней и правой части гиперболы и существует там в довольно узком диапазоне флуктуаций этих параметров. Чтобы удержаться в этом диапазоне, он постоянно черпает энергию из окружающей среды, производя в ней хаос, увеличивая его. За счёт этого он поддерживает своё высокое информационное поле и создаёт духовный мир. Совершенствование человека перемещает его на этом графике вниз и вправо, он в буквальном смысле высасывает из природы её энергетические соки.

Но так поступает не только человек. Всё, что самоорганизуется, поступает точно так же: животные, растения, гранитные тела, когда они возникают из магмы, и т.п. Но возникшие структуры рано или поздно разрушаются, возникают новые. Они становятся всё более и более сложными. Это и называется эволюцией. Она формирует порядок и совершенство, сопряжённо создавая хаос и вместе с ними духовный мир.

Таким образом, Мир триедин. Вот основной закон природы.

### ***Литература***

1. Виньковецкий Я.А. Геология и общая теория эволюции природы. – Л.: Недра Л.О., 1971. – 84 с.
2. Джеммер М. Понятие массы в классической и современной физике. – М.: Прогресс, 1967. – 256 с.
3. Павлов А.Н. Основы экологической культуры. – СПб.: Политехника, 2004. – 333 с.
4. Сатпрем. Шри Ауробиндо, или Путешествие сознания. – Л.: ЛГУ, 1989. – 334 с.
5. Тарасов Л.В. Мир, построенный на вероятности. – М.: Просвещение, 1984. – 191 с.
6. Эткинс П. Порядок и беспорядок в природе. – М.: Мир, 1987. – 224 с.