

Good and Evil from the Point of View of Physics

Mark Zilberman, MSc

Shiny World Corporation, Toronto, Canada

Abstract

The article analyzes the concepts of "good" and "evil" from the point of view of physics. Although the physical concept of "entropy" as a measure of disorder was the first candidate who could serve as the physical basis of these ethical concepts, in fact it is not suitable for this purpose. However, the "entropic potential of the event" $Z(T, A)$ that describes the impact of the event A that occurred in the moment T_0 in the system R to the entropy of this system at the future moment T ($T > T_0$) is well suited for our analysis. The article describes methods for calculating the "entropic potential of the event" for certain real-life events and discuss several other related topics, such as "time factor", "averaging" and "universality".

Key words: ethics, good, evil, entropic potential of the event, entropy.

Введение

Что есть общего с точки зрения *физики* в следующих событиях:

- a. Командир получает приказ обстрелять город
- b. Кто-то срывает цветок в начале лета
- c. В организме человека растет раковая опухоль
- d. Лосось убит по пути на нерест
- e. Тучный человек ест нездоровую пищу
- ?

В области *этики* эти события можно сгруппировать и обозначить как драмы разного масштаба. Однако может ли *физика* сгруппировать все эти события и найти в них общие черты? В физике есть величина, называемая «энтропией», которая, на первый взгляд могла бы подойти в качестве свойства, объединяющего все случаи, перечисленные выше. Во всех случаях разрушения или смерти энтропия растет, что делает ее главным кандидатом для группировки драматических событий (a)-(e) выше. Однако на самом деле энтропия не совсем подходит для этой группировки. В случаях b и d энтропия действительно растет. Однако в случаях "a", "c" и "e" энтропия *уменьшается*. В случаях "c" и "e" энтропия уменьшается, так как человеческий организм превращает низкоорганизованные питательные вещества и воду в более высокоорганизованную биологическую ткань. Но и в случае «a», в соответствии с теорией информации, энтропия системы уменьшается в тот момент, когда командир получает приказ обстрелять город. Рассмотрим более подробно случаи a, c и e.

- Случай «а». До поступления приказа командир не знал, придется ли им обстреливать город или нет. Вероятность получения этого приказа не была равна ни 0, ни 100%, а находилась между ними. Получение приказа увеличило количество информации в этой системе и сделала систему более определенной, чем до поступления приказа. Следовательно, энтропия системы уменьшилась, как только командир прочитал приказ. Понятно, что позже, когда начнется обстрел города, рост энтропии будет огромным. Но непосредственно в момент прихода приказа энтропия уменьшается.
- Случай «с». Трудно поверить, но рост раковой опухоли — это процесс, снижающий энтропию в организме человека. Он превращает менее организованные питательные вещества и воду, потребляемые человеком, в более организованный и растущий биологический материал опухоли.
- Такая же ситуация с примером «е». Человеческое тело превращает сахар и пищевые красители, содержащиеся в конфете, в более организованные биологические молекулы в организме человека. Т.е. непосредственно в этот момент энтропия уменьшается.

Как видим, физическое свойство «энтропия» не вполне подходит для группировки случаев (а) — (е) как событий роста энтропии. С другой стороны, мы эмоционально маркируем все эти (а) — (е) события как «плохие», поскольку из-за них ухудшается природа, общество и жизнь людей.

Если увеличение энтропии не подходит для группировки этих случаев, может ли физика предложить что-то еще для группировки? Мы также можем перефразировать этот вопрос по-другому: *что такое добро и зло с точки зрения физики?* Может ли физика предложить определенное свойство для описания и математического различения добра и зла? Или это невозможно?

1. Анализ

1.1 Вопросы «почему» и «когда».

Начнем наш анализ со следующего вопроса. *Почему* мы называем события (а) - (е) плохими и несчастливыми? Потому ли, что происходит что-то плохое *в данный момент*? Или потому, что произойдет что-то плохое *в будущем*?

Очевидно, из-за того что что-то плохое произойдет в будущем. В тот момент, когда командир получил приказ, еще ничего плохого не произошло. В тот момент, когда тучный человек ест следующую конфету, также не произошло ничего плохого. Он/она просто наслаждается конфетами и превращает сахара и пищевые добавки в сложные биомолекулы в своем организме.

Все проблемы возникают в будущем, а не сразу. События (а)-(е) просто запускают *будущие* трагические события.

В случае (а) часть города будет уничтожена.

В случае (b) цветок не будет расти, не будет кормить пчел, и люди не будут наслаждаться его красотой.

В случае (с) кто-то, вероятно, умрет из-за рака.

В случае (d) у убитого лосося не будет потомков, и это временно замедлит рост популяции лосося и общей биомассы на Земле, пока конкурирующие рыбы не вернут биоценоз в равновесие.

В случае (е) тучный человек будет жить меньше, и его/её вклад в человеческое общество будет меньше, чем мог бы быть.

Другими словами, во всех вышеупомянутых случаях (а) - (е) энтропия в *конечном итоге* будет расти. Но она будет расти в будущем, а не мгновенно, не в тот момент когда исследуемое событие происходит.

1.2 Второй закон термодинамики и скорость роста энтропии

С другой стороны, в соответствии со вторым законом термодинамики энтропия будет расти в описанных системах в любом случае. В чем разница? Разница в *скорости* роста энтропии. Второй закон термодинамики диктует направление изменения энтропии в изолированной системе. Она может только расти. Однако второй закон термодинамики не диктует *скорость* роста энтропии. Из-за событий (а) - (е) энтропия в этих системах будет расти быстрее, чем без этих событий.

1.3 «Энтропийный потенциал события»

Итак, мы нашли общность в событиях выше (а) - (е). Это ускорение роста энтропии *в будущем* по сравнению с миром без этих событий. Подчеркнем, что это не немедленное увеличение энтропии (которое не происходит в событиях (а), (с), (е)), а рост энтропии в будущем *из-за* этих событий.

Есть ли в физике термин, который описывает влияние текущего события на будущее изменение энтропии системы? Да, физика имеет такой термин, и он называется «*Энтропийным потенциалом события*» [1]. «Энтропийный потенциал события» определяется как разница между математическими ожиданиями [2] энтропии системы в будущем, сделанными *до* и *после* анализируемого события. «Энтропийный потенциал события» имеет простую формулу

$$Z(T, A) = \hat{S}_T(T_0+dT) - \hat{S}_T(T_0-dT), \quad (1)$$

Где

- T_0 - момент, когда произошло событие A;
- T - некоторый момент в будущем ($T > T_0$);
- $Z(T, A)$ - «Энтропийный потенциал события» A, происшедшего в момент T_0 , и рассчитанного для будущего момента T ;
- $\hat{S}_T(T_0+dT)$ - математическое ожидание энтропии системы на момент T , сделанное сразу после события A;
- $\hat{S}_T(T_0-dT)$ - математическое ожидание энтропии системы на момент T , сделанное непосредственно перед событием A.

Название системы «R» не появляется в формуле (1) в явном виде, но, конечно, мы всегда будем предполагать, что все рассматриваемые события происходят в системе R.

"Энтропийный потенциал события" хорошо подходит для нашего анализа, поскольку он описывает изменение энтропии в системе в будущем, *вызванное* событием A.

Математическое ожидание энтропии для некоторого будущего момента T составляет $\hat{S}_T(T_0-dT)$, вычисленное непосредственно перед событием A. После

события А математическое ожидание энтропии для будущего момента Т становится $\hat{S}_T(T_0+dT)$. Если $\hat{S}_T(T_0+dT) < \hat{S}_T(T_0-dT)$, это, по сути, означает, что событие А замедлило рост энтропии в системе и защитило ее от деградации и разрушения, по крайней мере, до момента Т. Для таких случаев "Энтропийный потенциал события" А отрицательный

$$Z(T, A) = \hat{S}_T(T_0 + dT) - \hat{S}_T(T_0 - dT) < 0 \quad (2)$$

Верно и обратное, если разница математических ожиданий энтропии после и до события А положительна, то есть $\hat{S}_T(T_0+dT) > \hat{S}_T(T_0-dT)$, это, по сути, означает, что событие А ускорило рост энтропии в системе и ускорило деградацию этой системы, по крайней мере, до момента Т. Для таких случаев энтропийный потенциал события $Z(T,A)$ положителен.

Тем самым энтропийные потенциалы событий, «полезных» для системы, являются отрицательными величинами, а энтропийные потенциалы событий, «вредных» для системы, являются положительными величинами.

2. Применение «энтропийного потенциала события» к случаям (а) — (е).

Проанализируем, являются ли знаки «энтропийного потенциала события» в представленных выше случаях (а)-(е) отрицательными или положительными.

2.1.1 Оценка энтропийного потенциала события «Командир получает приказ обстрелять город». Назовем это событием «А» (и определим анализируемую систему R как пришедшее сообщение, командира, пушки, и город, который будет обстрелян). В момент чтения приказа энтропия (информационная) уменьшается. Однако как только начинается бомбардировка, здания в городе разрушаются, люди гибнут, а энтропия сильно возрастает. Поскольку вероятность получить приказ не была равна 1, математические ожидания будущей энтропии, вычисленные непосредственно до и после получения приказа, различны.

2.1.2 Несколько слов о *математическом ожидании*. «Математическое ожидание» случайной величины определяется как «сумма произведений, полученных умножением каждого значения случайной величины на соответствующую вероятность» [2]. Если в рассматриваемом случае обозначить прирост энтропии в момент Т в результате обстрела города как «S», а через «р» обозначить вероятность

того, что полученное сообщение содержит команду «начать обстрел», то получим математические ожидания

$$\begin{aligned}\hat{S}_T(T_0 + dT) &= S, \\ \hat{S}_T(T_0 - dT) &= S * p.\end{aligned}$$

Действительно, до прихода сообщения «начать бомбардировку» вероятность бомбардировки была равна p , а предполагаемый прирост энтропии был $S * p$. Однако после прихода сообщения «начать бомбардировку» вероятность бомбардировки становится равной 1, а расчетный прирост энтропии равен S . Соответственно энтропийный потенциал прихода сообщения «начать бомбардировку» равен

$$Z(T, A) = \hat{S}_T(T_0 + dT) - \hat{S}_T(T_0 - dT) = S - S * p = S * (1 - p) \quad (3).$$

2.1.3. Рассмотрим смысл энтропийного потенциала в формуле (3).

- Во-первых, энтропийный потенциал положителен. Это ожидаемый результат, поскольку в результате бомбардировки энтропия значительно возрастает.
- Во-вторых, поскольку вероятность p находится в интервале $[0,1]$, энтропийный потенциал $Z(T, A)$ находится между S и 0. Имеет ли это физический смысл? Проверим.

Случай $p=1$. Если вероятность p получить команду «начать обстрел» равна 1, то система полностью детерминирована. Таким образом, получение команды «начать бомбардировку» является 100% ожидаемым событием и его приход не меняет скорость роста энтропии так как вероятность бомбардировки была и есть 100%. Соответственно приход команды «начать бомбардировку» не влияет на дальнейший рост энтропии и, следовательно, энтропийный потенциал этого события равен нулю, $Z(T, A)=0$.

Случай $p=0,5$. Если вероятность p получить команду «начать обстрел» была равна 0,5, то в 50 % случаев обстрел не осуществляется. Соответственно расчетный прирост энтропии перед приходом приказа составил $S * 0,5$. Поступление команды «начать бомбардировку» изменило ожидаемый рост энтропии с $S * 0,5$ на S . Соответственно энтропийный потенциал этого события равен

$$Z(T, A) = S - S * 0,5 = S * 0,5.$$

Случай $p \sim 0$. Если вероятность p получить приказ «начать обстрел» была очень мала (около 0), то ожидаемый прирост энтропии, рассчитанный до прихода приказа, также был примерно равен нулю, $\hat{S}_T(T_0 - dT) = S \cdot p \sim 0$. Говоря простым языком, люди ожидали, что обстрела не будет и ситуация разрешится мирным путем. Поступление команды «начать обстрел» изменило оценку роста энтропии на $\hat{S}_T(T_0 + dT) = S$. Соответственно, энтропийный потенциал этого события положителен и очень велик.

$$Z(T, A) = S - 0 = S \quad (4).$$

Проще говоря, чем *неожиданнее* событие, увеличивающее энтропию, тем больше энтропийный потенциал этого события. Верно и обратное, если событие, увеличивающее энтропию, ожидаемо - энтропийный потенциал этого события очень низок, так как это событие не отклоняет будущую энтропию от ожидаемого значения. Как мы убедились, во всех рассмотренных случаях энтропийный потенциал имеет физический смысл.

2.1.4 Об интервале времени T . Необходимо также отметить, что временной интервал между моментом T_0 и моментом T , для которого мы вычисляем математические оценки, должен быть *достаточно большим*. Если он слишком мал (например, всего 2 секунды после момента T_0 , когда командир получает приказ), то обстрел еще не начинается и $\hat{S}_T(T_0 + dT) \sim \hat{S}_T(T_0 - dT)$. Если он достаточно велик, начинается бомбардировка и оценка выглядит следующим образом $\hat{S}_T(T_0 + dT) \gg \hat{S}_T(T_0 - dT)$. Более подробно фактор времени будет обсужден в разделе 3 «Фактор времени».

2.2.1 Оценка энтропийного потенциала события «Кто-то срывает цветок в начале лета». Это событие приводит к (как минимум) 3 последствиям.

- Нет корма для пчел. Поскольку цветок погиб в начале лета, у пчел нет доступа к этому источнику пищи. Это немного уменьшает их популяцию и, соответственно, биомассу Земли по сравнению со случаем, когда цветок не был сорван.

- Потеря красоты для человека. Не обсуждая в данный момент, замедляет ли рост энтропии просмотр красивых предметов сам по себе, мы должны отметить, что люди любят окружать себя красивыми предметами: букетами цветов, картинами, красивой мебелью, художественной посудой и т. д. Учитывая, что все эти предметы

природы и искусства стоят дороже, чем простая посуда и/или полное отсутствие предметов искусства, мы видим что у людей есть желание окружать себя красивыми изделиями. Не вдаваясь в детали, можно согласиться с тем, что красивая окружающая среда делает жизнь человека более комфортной и позволяет людям жить дольше и быть более продуктивными в своей работе. С точки зрения физики это означает увеличение производства высокоорганизованной биомассы с большей продолжительностью жизни, что вызывает замедление скорости роста энтропии на Земле. Обсуждаемое событие «кто-то срывает цветок в начале лета» уменьшает количество красоты, наблюдаемой людьми, что в результате увеличивает скорость роста энтропии на Земле. (Математическое ожидание $\hat{S}_T(T_0 + dT)$ также включает и специальные случаи, когда цветок был сорван для букета с которого будет написан натюрморт, или когда цветок будет подарен вместе с признанием в любви. Но вероятность таких событий мала и, соответственно, их вклад в математическое ожидание $\hat{S}_T(T_0 + dT)$ тоже очень мал.)

- Это событие также снижает вероятность того, что этот тип цветка будет жить в будущем. В предельном случае это может быть последний вид цветка из Красной книги IUCN.

2.2.2 Энтропийный потенциал этого события описывается точно таким же, как в формуле (3).

$$Z(T, A) = \hat{S}_T(T_0 + dT) - \hat{S}_T(T_0 - dT) = S - S \cdot p = S \cdot (1 - p) \quad (4),$$

где p — вероятность события «кто-то срывает цветок в начале лета», а S — прирост энтропии по причинам, описанным в пункте 2.2.1. Как мы видим, $Z(T, A) \geq 0$ и зависит от вероятности p .

Анализ физического смысла формулы (4) дает аналогичные результаты.

Случай $p=1$. Если система детерминирована и вероятность гибели цветка составляет около 100%, то энтропийный потенциал этого события очень мал. Например, если цветок рос на заднем дворе у дома, он все равно погибнет при стрижке газона. В этом случае энтропийный потенциал этого события $Z(T, A) \sim 0$.

Случай $p=0,5$. Аналогично п. 2.1.3 энтропийный потенциал этого события равен

$$Z(T, A) = S - S \cdot 0,5 = S \cdot 0,5.$$

Случай $p \sim 0$. Аналогично п. 2.1.3 энтропийный потенциал этого события

$$Z(T, A) \sim S.$$

Эту ситуацию можно проиллюстрировать случаем, когда цветок рос на клумбе в общественном парке, где вероятность быть сорванным очень мала. Соответственно, тот, кто срывает этот цветок, совершает маловероятное событие, которое приводит к росту энтропии, равному S , в момент T . Таким образом, энтропийный потенциал этого события равен S .

2.3.1 Проанализируем энтропийный потенциал события «В организме человека растет раковая опухоль». Для достаточно большого интервала времени это событие имеет 2 исхода. Человек с опухолью либо умрет из-за рака, либо выживет. Обозначим вероятность смерти как p . Соответственно, вероятность выживания равна $(1-p)$. Прирост энтропии S в результате смерти человека по существу является суммой прироста энтропии в результате разрушения тела человека как биологического объекта (S_b) и отсутствия вклада человека в развитие человечества и соответствующего замедления скорости роста энтропии (S_p), что не произойдет из-за смерти этого человека.

В соответствии с [3] S_b можно оценить как потерю $1,3 \cdot 10^{26}$ бит информации в результате разрушения организма человека как биологического объекта. (Согласно [4] эта оценка очень грубая и «может рассматриваться как некое «нулевое» приближение».)

Замедление скорости роста энтропии за счет развитие человечества будет рассмотрено в разделе 4 «Усреднение». В соответствии с этим пунктом замедление роста энтропии (S_p) за счет прогресса составляет в среднем примерно 1% от S_b (по крайней мере для каждого индивидуума, жившего до 1750 года.)

Рассчитаем энтропийный потенциал события «В организме человека растет раковая опухоль». В соответствии с формулой (1)

$$Z(T, A) = \hat{S}_T(T_0 + dT) - \hat{S}_T(T_0 - dT)$$

Математическое ожидание энтропии $\hat{S}_T(T_0 - dT)$ для момента T , рассчитанное до начала роста раковой опухоли, представляет собой сумму оценок $\hat{S}_b$ и $\hat{S}_p$ для момента T , сделанных в момент $(T_0 - dT)$

$$\hat{S}_T(T_0 - dT) = \hat{S}_{b,T}(T_0 - dT) + \hat{S}_{p,T}(T_0 - dT) \quad (5).$$

Математическое ожидание энтропии $\hat{S}_T(T_0 + dT)$ для момента T , рассчитанное после начала роста раковой опухоли, представляет собой сумму оценок $\hat{S}_b$ и $\hat{S}_p$ для момента T , сделанных в момент $T_0 + dT$ (после того, как произошло событие A)

$$\hat{S}_T(T_0 + dT) = \hat{S}_{b,T}(T_0 + dT) + \hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) \quad (5a).$$

Соответственно, энтропийный потенциал события A имеет вид

$$\begin{aligned} Z(T, A) &= \hat{S}_T(T_0 + dT) - \hat{S}_T(T_0 - dT) = \\ &= \hat{S}_{b,T}(T_0 + dT) + \hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{b,T}(T_0 - dT) - \hat{S}_{p,T}(T_0 - dT) = \\ &= [\hat{S}_{b,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{b,T}(T_0 - dT)] + [\hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{p,T}(T_0 - dT)] \end{aligned} \quad (6)$$

2.3.2 Формула (6) показывает важность момента T , для которого производится математическая оценка.

- Если T равно 200 годам, то $\hat{S}_{b,T}(T_0 + dT) = \hat{S}_{b,T}(T_0 - dT)$, поскольку человек все равно умирает и математическое ожидание роста биологической энтропии дает одно и то же значение.
- Если T равно 10 секундам, то $\hat{S}_{b,T}(T_0 + dT)$ снова равно $\hat{S}_{b,T}(T_0 - dT)$, поскольку интервал слишком короткий и оба математических ожидания неразличимы.
- Однако, если T больше, чем ожидаемая продолжительность жизни человека с этой формой рака, но меньше, чем ожидаемая продолжительность жизни того же человека без рака, то ожидаемый рост биологической энтропии $\hat{S}_{b,T}(T_0 + dT)$ составляет около 10^{26} (результат смерти человека) и математическое ожидание $\hat{S}_{b,T}(T_0 - dT) = 10^{26} * P_{nat}$, где P_{nat} - вероятность умереть от естественных причин.

Поскольку $P_{nat} < 1$, в любом случае $\hat{S}_{b,T}(T_0 + dT) \geq \hat{S}_{b,T}(T_0 - dT)$. Отметим также, что вероятность умереть от естественных причин P_{nat} зависит от возраста. Чем больше возраст, тем выше P_{nat} (для простоты пренебрегаем высоким P_{nat} в первые месяцы жизни).

2.3.3. Рассмотрим теперь вторую часть уравнения (6) $\hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{p,T}(T_0 - dT)$. В нем представлена разница в росте энтропии из-за неспособности человека внести свой вклад в развитие человечества и соответствующее замедление скорости роста энтропии в будущем. По разделу 4 «Усреднение» замедление роста энтропии (S_p) за счет прогресса составляет в среднем около 1% от S_b (т.е. $\sim 10^{24}$ бит). Так как это замедление не произойдет из-за смерти человека, то в среднем $\hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) > \hat{S}_{p,T}(T_0 - dT)$ и $\hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{p,T}(T_0 - dT) > 0$.

Математические ожидания $\hat{S}_{p,T}(T_0 - dT)$ и $\hat{S}_{p,T}(T_0 + dT)$ для конкретного человека также зависят от возраста и индивидуальных качеств человека. Чем талантливее анализируемый человек, тем выше оценка его вклада в развитие человечества. Соответственно математическое ожидание $\hat{S}_{p,T}(T_0 - dT)$, рассчитанное для момента T , меньше, а разность $\hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{p,T}(T_0 - dT)$ больше. Точно так же чем меньше возраст анализируемого человека, тем выше оценка его вклада в развитие человечества, тем меньше математическое ожидание энтропии $\hat{S}_{p,T}(T_0 - dT)$, рассчитанное для момента T , и тем больше разница $\hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{p,T}(T_0 - dT)$.

Для нашего анализа важен знак разности $[\hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{p,T}(T_0 - dT)]$, который также положителен, как и $[\hat{S}_{b,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{b,T}(T_0 - dT)]$, как показано выше. Соответственно, энтропийный потенциал анализируемого события положителен.

$$Z(T, A) = [\hat{S}_{b,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{b,T}(T_0 - dT)] + [\hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{p,T}(T_0 - dT)] > 0 \quad (7).$$

2.3.4. Обсудим физический смысл формулы (7). Во-первых, подчеркнем, что мы рассматривали разность $\hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{p,T}(T_0 - dT)$ как *среднее значение для большой группы* людей (подробнее в разделе 4 «Усреднение» ниже). Для некоторых индивидов разность $\hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{p,T}(T_0 - dT)$ может быть нулевой или даже отрицательной. Ниже приведены несколько примеров.

- Если человек на 100% необратимо парализован или отбывает пожизненное заключение в тюрьме (без шансов на освобождение и без контакта с внешним миром), его вклад в развитие общества отсутствует и, следовательно, $\hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) = \hat{S}_{p,T}(T_0 - dT)$. Энтропийный потенциал рассматриваемого события «Раковая опухоль растет внутри тела человека» для таких людей тем не менее положителен из-за первой «биологической» компоненты $[\hat{S}_{b,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{b,T}(T_0 - dT)] > 0$

- Для случая, когда человек является «непойманным серийным убийцей», разность $\hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{p,T}(T_0 - dT)$ может быть отрицательной. Действительно, расчет математического ожидания энтропии $\hat{S}_{p,T}(T_0 - dT)$ для достаточного промежутка времени T включает в себя рост энтропии, вызванный дальнейшими человеческими смертями с достаточно высокими вероятностями. Если мы обозначим вероятность убийств в будущем как P_{k1}, P_{k2}, P_{k3} и т. д., мы получим

$$\hat{S}_{p,T}(T_0 - dT) = S_k + P_{k1} * S_b * 1.01 + P_{k2} * S_b * 1.01 + P_{k3} * S_b * 1.01 \text{ и т. д.}, \quad (8)$$

где S_b — прирост энтропии в результате разрушения тела человека как биологического объекта ($\sim 10^{26}$ бит), S_k — изменение энтропии в результате другой деятельности этого человека и 1,01 — коэффициент, учитывающий 1%-й вклад убитых людей в прогресс человечества, чего не произойдет из-за их преждевременной смерти. Поскольку событие «Раковая опухоль растет в организме человека» сокращает продолжительность жизни этого убийцы и число их жертв, математическое ожидание $\hat{S}_{p,T}(T_0 + dT)$ становится меньше

$$\begin{aligned} \hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) &= S_k + P_{k1} * S_b * 1.01 + P_{k2} * S_b * 1.01 \text{ или даже} \\ \hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) &= S_k \end{aligned}$$

Соответственно, разница математических ожиданий отрицательна

$$\begin{aligned} \hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{p,T}(T_0 - dT) &= \\ [S_k + P_{k1} * S_b * 1.01 + P_{k2} * S_b * 1.01] - [S_k + P_{k1} * S_b * 1.01 + P_{k2} * S_b * 1.01 + P_{k3} * S_b * 1.01 \dots] &< 0. \end{aligned}$$

Иными словами, энтропийный потенциал события «В организме человека растет раковая опухоль» отрицателен, если рассматриваемый человек является «непойманным серийным убийцей». Это ожидаемый результат, который мы формализовали с помощью энтропийного потенциала события.

2.3.5 Резюме. В области этики мы называем смерть человека «трагедией», смерть талантливого человека «ужасной трагедией», а смерть серийного убийцы «справедливой». Использование энтропийного потенциала события позволяет формализовать и эти термины.

2.4.1 Оценка энтропийного потенциала события «Лосось погиб на пути к нересту». В этом случае убитый лосось не будет нереститься и, следовательно, замедлит рост популяции лосося и общей биомассы на Земле. Понятно, что эта ниша будет заполнена другими лососями, потому что ресурсы, используемые убитым лососем, становятся доступными.

2.4.2 Как и в других случаях, энтропийный потенциал этого события сильно зависит от момента T , для которого мы вычисляем следующие математические оценки.

- Если момент T *немедленно* следует за моментом T_0 , когда лосось был убит (т.е. $T \sim T_0$), математическое ожидание энтропии $\hat{S}_T(T_0 - dT) = S \cdot p$, где S – прирост энтропии из-за уничтожения лосося как биологического объекта, а p — вероятность того, что лосось будет убит. Для оценки, сделанной в момент $(T_0 + dT)$, математическое ожидание $\hat{S}_T(T_0 + dT)$ роста энтропии равно S , поскольку в момент $T \sim T_0$ еще не произошло никаких других событий.

Соответственно энтропийный потенциал этого события при $T \sim T_0$ равен

$$Z(T, A) = \hat{S}_T(T_0 + dT) - \hat{S}_T(T_0 - dT) = S - S \cdot p = S \cdot (1 - p) \quad (9).$$

- Если момент T очень далек от T_0 (например, $T = T_0 + 100$ лет), то $\hat{S}_T(T_0 + dT) = \hat{S}_T(T_0 - dT)$, потому что убитый лосось будет заменен другим лососем, так как ресурсы, использованные убитым лососем, станут доступными.

- Если момент T *достаточно* далек от T_0 (например, несколько дней/месяцев), то разница $\hat{S}_T(T_0 + dT) - \hat{S}_T(T_0 - dT)$ сначала будет расти, потому что в дополнение к росту энтропии из-за уничтожения лосося как биологического объекта, популяция нового лосося будет меньше, чем она могла бы быть при успешном нересте лосося и после этого уменьшится до 0, потому что популяция лосося вернется к норме.

2.4.3 В области этики мы считаем что событие «Лосось убит по пути на нерест» хуже, чем событие «Лосось убит». Отражает ли это физический подход? Да, потому что помимо роста энтропии за счет уничтожения лосося как биологического объекта будет временно сокращаться популяция лосося и соответствующая биомасса. Это означает бóльшую разницу между математическими ожиданиями $\hat{S}_T(T_0 + dT)$ и $\hat{S}_T(T_0 - dT)$ и, соответственно, большее значение энтропийного потенциала $Z(T, A) =$

$\hat{S}_T(T_0+dT) - \hat{S}_T(T_0-dT)$. В предельном случае, когда последний лосось в локальной популяции погибает на пути к нересту, энтропийный потенциал $Z(T, A)$ становится еще больше из-за гораздо большего времени T , необходимого природе для восстановления местной популяции лосося и соответствующей биомассы.

2.4.4 Резюме. В области этики мы называем убийство лосося на пути к нересту «плохим», а убийство последнего лосося в популяции на пути к нересту — «очень плохим». Использование энтропийного потенциала события позволяет формализовать и эти термины.

2.5.1 Оценка энтропийного потенциала события «Тучный человек съедает еще одну конфету». Аналогично п. 2.3.1 и формуле (6) имеем

$$\begin{aligned} Z(T, A) &= \hat{S}_T(T_0 + dT) - \hat{S}_T(T_0 - dT) = \\ &= \hat{S}_{b,T}(T_0 + dT) + \hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{b,T}(T_0 - dT) - \hat{S}_{p,T}(T_0 - dT) = \\ &= [\hat{S}_{b,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{b,T}(T_0 - dT)] + [\hat{S}_{p,T}(T_0 + dT) - \hat{S}_{p,T}(T_0 - dT)] \end{aligned} \quad (10),$$

где S_b — прирост энтропии в результате разрушения тела человека как биологического объекта, а S_p — отсутствие вклада этого человека в развитие человечества и, соответственно, замедление скорости роста энтропии (S_p), которое не произойдет из-за меньшей продолжительности жизни этого тучного человека.

2.5.2 Даже если формулы (6) из пункта 2.3.1 и (10) выглядят одинаково, распределения вероятностей, формирующих математические ожидания $\hat{S}_{b,T}$ и $\hat{S}_{p,T}$, различны. Формула (6) описывает практически необратимый процесс роста раковой опухоли в организме человека с высокой вероятностью смерти и низкой вероятностью выживания.

Распределения вероятностей математических ожиданий $\hat{S}_{b,T}$ и $\hat{S}_{p,T}$ формулы (10) иные. Например, при достаточной силе воли анализируемый тучный человек может снизить свой вес и вернуться к нормальной продолжительности жизни. Соответственно количество возможных событий, формирующих математические ожидания $\hat{S}_{b,T}$ и $\hat{S}_{p,T}$, значительно больше, а система гораздо менее детерминирована. Однако, поскольку мы анализируем событие «Тучный человек ест нездоровую пищу» в момент пока он/она еще страдает ожирением, знак энтропийного потенциала $Z(T, A)$ в формуле (10) остается положительным.

3. Фактор времени

Как мы видели выше в разделе 2, для *достаточно* большого времени T «энтропийный потенциал события» $Z(T, A)$ можно оценить, а иногда и точно вычислить. Теперь поясним, что означает термин «*достаточно*».

3.1 Если момент времени T , для которого мы оцениваем энтропийный потенциал события A , очень близок к T_0 , то математические ожидания $\hat{S}_T(T_0 + dT)$ и $\hat{S}_T(T_0 - dT)$ очень близки друг к другу и, соответственно, энтропийный потенциал события, оцененный на этот момент T , приблизительно равен нулю, $Z(T, A) = \hat{S}_T(T_0 + dT) - \hat{S}_T(T_0 - dT) \approx 0$.

3.2 Если момент времени T , для которого мы оцениваем энтропийный потенциал события A , очень далек от T_0 (например, сотни лет), то математические ожидания $\hat{S}_T(T_0 + dT)$ и $\hat{S}_T(T_0 - dT)$ не могут быть рассчитаны в недетерминированных системах, так как количество событий между моментами T_0 и T слишком велико и вероятности этих событий заранее неизвестны. (Тот факт, что энтропийный потенциал событий не может быть рассчитан, не означает, что он не может быть *оценен*; см. раздел 4 «Усреднение» ниже.)

3.3 Таким образом, мы можем определить «достаточно большой временной интервал» $(T - T_0)$ как интервал, когда математические ожидания $\hat{S}_T(T_0 + dT)$ и $\hat{S}_T(T_0 - dT)$ могут быть вычислены (с определенной точностью) и эти математические ожидания энтропий существенно отличаются друг от друга. В зависимости от события A этот «достаточно большой интервал времени» $(T - T_0)$ может иметь длительность от секунд (для индетерминированных информационных систем, таких как генераторы случайных чисел или лототроны) до сотен лет для значительных событий в истории или важных изобретений с низкой вероятностью повторения.

3.4. Проиллюстрируем термин «достаточно большой временной интервал» следующим примером «Командир получает приказ обстрелять город». В первые несколько секунд энтропия системы падает, потому что система меняет состояние с неопределенного (обстреливать город или нет) на определенное (обстреливать). В последующие несколько часов энтропия системы значительно возрастает из-за разрушений и смертей от бомбардировок. Математическое ожидание энтропии в масштабе лет зависит от того, кто эти люди, живущие в этом обстрелянном городе. Если

это просто обычные люди, не планирующие начинать войну или убивать и порабощать других людей, то бомбардировка их города значительно ускорит рост энтропии. Однако, если город представляет собой, например, нацистский Берлин 1939 года, его бомбардировка в долгосрочной перспективе может значительно замедлить скорость роста энтропии, поскольку гибель Гитлера и его ближайшего окружения могла бы привести к ситуации, когда Вторая мировая война не начинается. Соответственно огромных разрушений и роста энтропии из-за войны не происходит, что делает $\hat{S}_{1945}(T_0 + dT) \ll \hat{S}_{1945}(T_0 - dT)$ и энтропийный потенциал этого события оказывается существенно отрицательным $Z(1945, A) \ll 0$, где $T=1945$, год завершения Второй мировой войны.

3.5 Как видно из вышеприведенного примера, в масштабе нескольких секунд энтропийный потенциал события «Командир получает приказ обстрелять город» отрицательный, в масштабе нескольких часов – резко положительный, а в масштабе нескольких лет он может снова стать существенно отрицательным. Все это подчеркивает важность фактора времени в энтропийном потенциале события.

Поскольку мы используем энтропийный потенциал события как физическую меру *добра* и *зла*, приведенный выше пример иллюстрирует слабость оценок *добра* и *зла* в течение коротких периодов времени. Только по прошествии достаточного времени (в некоторых случаях через десятилетия) мы можем сказать, было ли событие хорошим или плохим, или с точки зрения физики, был ли энтропийный потенциал этого события отрицательным или положительным.

4. Усреднение

4.1. Означает ли пункт 3 выше, что в масштабе нескольких столетий большинство реальных событий усредняются, и их энтропийные потенциалы становятся пренебрежимо малыми?

Действительно, через несколько сотен лет никто не вспомнит, что «кто-то сорвал цветок в начале лета», или «кто-то умер от раковой опухоли», или «лосось был убит на пути к нересту», или «тучный человек жил меньше чем мог бы» и т. д. Означает ли это, что последствия всех этих событий смешиваются с миллиардами последствий других событий и поэтому энтропийные потенциалы этих событий становятся невычислимыми и ничтожными в масштабе нескольких столетий?

Нет, не означает. Это правда, что энтропийные потенциалы большинства событий становятся невычислимыми в масштабе нескольких столетий, потому что их последствия неразличимы, а их вероятности - невычислимы. Однако усредненный энтропийный потенциал не становится пренебрежимо малым. Ниже будет показано, почему.

4.2 Т.к. мы анализируем, станет ли энтропийный потенциал текущих событий равным нулю в масштабе веков, то для начала рассмотрим события, которые произошли в прошлом, например, 200 лет назад. Можем ли мы сказать, что энтропийные потенциалы событий, произошедших за последние 200 лет, равны нулю? Очевидно, мы не можем утверждать это. Нынешний мир на порядок сложнее, чем 200 лет назад, и в нем много сущностей, которых не было в то время. Численность населения намного больше, чем было 200 лет назад, и, кроме того, имеет большую продолжительность жизни. Все эти изменения являются результатом событий, происшедших в течение этих 200 лет. Это означает, что усредненный энтропийный потенциал всех событий, реализованных в анализируемом 200-летнем периоде, не равен 0. В противном случае мы жили бы в тех же условиях, что и 200 лет назад, и имели бы ту же продолжительность жизни, что и в прошлом.

Надо также отметить, что к анализируемым событиям относятся не только изобретения, сельскохозяйственные, медицинские и научные разработки, т.е. события, замедляющие рост энтропии. Они также включают в себя насильственное внедрение социальных теорий, 2 мировые войны, пандемии, геноциды и другие события, которые значительно ускорили рост энтропии. Однако, несмотря на это, *общая сумма* всех событий позволила человеку увеличить численность населения и жить дольше, достичь многих новых результатов в науке, технике и искусстве, т.е. имеет в среднем отрицательный энтропийный потенциал. (Отметим однако, что если в качестве анализируемой системы R мы будем рассматривать не только человечество, а целиком планету Земля, то мы должны будем также учитывать рост энтропии из-за активного использования невозобновляемых ресурсов после 1750. Мы это обсудим ниже в пункте 4.5.)

4.3 Попробуем вычислить средний энтропийный потенциал, интегрированный по всем событиям человеческой истории. Хотя эта задача кажется слишком амбициозной, мы все же попробуем ее решить. В этой статье мы проанализируем только биологическую составляющую, без учета достижений в науке, технике и искусстве. Для начала рассмотрим время до 1750 года, т. е. время, предшествующее промышленной революции. До этого момента люди почти не использовали невозобновляемые ресурсы (нефть, уголь, газ) для обогрева, охлаждения и транспорта, что значительно упрощает расчеты. В соответствии с [5] население земного шара в 1750 году составляло 795 000 000 человек, а число людей, родившихся за всю историю человечества до 1750 года, составляло примерно 97 миллиардов.

Часть этого прироста популяции произошла за счет обычного воспроизводства, аналогичного размножению животных, а часть этого прироста популяции - за счет цивилизации и наличия интеллекта у людей. Без интеллекта и цивилизации люди не смогли бы расширить ареал своей жизни за пределы зоны комфорта в Африке, и рост численности населения был бы аналогичен росту численности других приматов, живущих в тех же условиях. Согласно [6], общее количество всех приматов (за вычетом человека) в настоящее время составляет примерно 4 миллиона. Таким образом, мы можем оценить, что без интеллекта и цивилизации человеческая популяция составляла бы не более 4 миллионов особей (сумма всех приматов, не считая человека). Причина такой оценки проста. Если бы ниша комфорта в Африке, откуда произошли люди, могла поддерживать большее население, то это также позволило бы увеличить популяцию и других приматов. Однако общее количество всех приматов (не считая людей) составляет всего 4 миллиона, что составляет менее 1/1000 современной человеческой популяции.

Это означает, что по крайней мере 790 000 000 человек в 1750 году были продуктом событий, принадлежащих цивилизации, а не простому животному размножению. Зная это и оценив, что общее число людей, родившихся до 1750 года, составляет 97 миллиардов [5], мы получаем увеличение биологической массы, произведенной человеческой цивилизацией в 1750 году, как $790\,000\,000 * 1,3 * 10^{26}$ бит $\approx 10^{35}$ бит. Здесь $1,3 * 10^{26}$ бит — это информация содержащаяся в теле человека согласно [3]. (Эта величина, конечно, является приблизительной оценкой, которая может быть

скорректирована в ходе будущих исследований, поэтому мы не настаиваем на этом точном значении.)

Эти 10^{35} бит были порождены событиями, совершенными $97 \cdot 10^9$ людьми, родившимися до 1750 года [5]. Другими словами, в среднем каждый человек, живший до 1750 года, ответственен за генерацию $10^{35}/(97 \cdot 10^9) = 10^{24}$ бит биологической информации в 1750 году. Без событий, произведенных этими людьми (или если бы средний энтропийный потенциал этих событий был равен нулю) мы все еще жили только Африке в зоне комфорта, имели короткую продолжительность жизни и население в несколько миллионов человек, а не в несколько миллиардов.

Вопрос о количестве событий во всех человеческих жизнях менее ясен. Во-первых, мы можем игнорировать все детерминированные события (такие как прием пищи, дыхание, мочеиспускание, сон и т. д.), поскольку детерминированные события имеют нулевой энтропийный потенциал согласно [1]. Количество индетерминированных событий в жизни человека значительно меньше. Поэтому можно с уверенностью полагать, что люди совершают не более одного индетерминированного поступка в минуту. Эта оценка дает 60 событий в час и $60 \cdot 16$ часов ~ 1000 событий в день. Это означает $\sim 365\,000$ событий в год и $365\,000 \cdot 30$ лет $\sim 10^7$ событий в течение жизни человека, где «30 лет» согласно [7] — это среднее значение оценки продолжительности жизни человека до 1750 г. Поскольку средний вклад в увеличение биологической массы интегрированное по количеству жизней всех людей, живших до 1750 года, составляет 10^{24} бит, среднее событие в истории человечества до 1750 года порождало $10^{24}/10^7 = 10^{17}$ бит.

4.4 Вполне очевидно, что 10^{17} — весьма спекулятивное число, и мы не должны полагаться на это точное значение. Во-первых, поскольку оценка «одного недетерминированного поступка в минуту в течение жизни человека» является лишь верхней оценкой, реальная частота индетерминированных поступков, вероятно, намного меньше. Еще более неопределенной является величина $1,3 \cdot 10^{26}$ бит как оценка информации, которую содержит человеческое тело согласно [3]. Оно может отличаться от реального значения на много порядков. Параграф 4.3 просто иллюстрирует метод

оценки средней величины "энтропийного потенциала события" усредненного по всем событиям до 1750 года.

4.5 Оценка среднего энтропийного потенциала, интегрированного по событиям, произошедшим после 1750 г., представляет собой гораздо более сложную задачу. Это связано с использованием невозобновляемых ресурсов (нефть, уголь, газ и т. д.) для обогрева, охлаждения и транспортировки, которые запустила промышленная революция.

Начнем с повторения расчетов, выполненных в разделе 4.3. В соответствии с [5] разница в численности населения между 1750 и 2020 годами составляет около 7 миллиардов человек ($7,772,850,162 - 795,000,000$). Соответственно, избыток биологической массы, порожденный цивилизацией между 1750 и 2020 годами, составляет $7 \cdot 10^9 \cdot 1,3 \cdot 10^{26}$ бит $\approx 10^{36}$ бит. Это превышение было порождено коллективным вкладом 19 миллиардов человек, живших между 1750 и 2020 годами [5]. Соответственно вклад каждого человека, жившего между 1750 и 2020 годами, составляет $10^{36}/(19 \cdot 10^9) \approx 5 \cdot 10^{25}$ бит. (Отметим, что вклад людей, живших после 1750 года, увеличился в 50 раз по сравнению с вкладом людей до 1750 года, который составлял 10^{24} бит, как подсчитано в разделе 4.3).

Эти $5 \cdot 10^{25}$ бит были порождены $365,000$ событиями в год $\cdot 50$ лет $\approx 1,8 \cdot 10^7$ событий в течение жизни человека, где «50 лет» — это средняя оценка продолжительности жизни человека в мире между 1750 и 2020 годами согласно [7].

Поскольку средний вклад в увеличение биологической массы, интегрированный по жизни всех людей, родившихся между 1750 и 2020 годами, составляет $5 \cdot 10^{25}$ бит, среднее событие в истории между 1750 и 2020 породило $5 \cdot 10^{25}/(1,8 \cdot 10^7) \approx 3 \cdot 10^{18}$ бит биологической информации в 2020 году. Снова отметим 30-кратное увеличение вклада среднего события в замедление роста энтропийное между 1750 и 2020 годами по сравнению с 10^{17} битами в период до 1750 года.

К сожалению, ситуация после промышленной революции оказывается намного сложнее, поскольку с 1750 года цивилизация активно использует невозобновляемые источники ресурсов (нефть, уголь, газ и т. д.) для обогрева, охлаждения и транспорта. Если рассматривать человеческое общество как изолированную систему, то можно не

учитывать использование невозобновляемых ресурсов. Однако, если мы рассматриваем изменения энтропии на планете Земля между 1750 и 2020 годами, мы также должны учитывать рост энтропии, вызванный отоплением, охлаждением, транспортом, производством электроэнергии и другими отраслями, использующими невозобновляемые источники. Поэтому мы не можем точно утверждать, что 30-кратное увеличение производства биомассы и соответствующее замедление скорости роста энтропии на Земле в период с 1750 по 2020 год, компенсировало использование невозобновляемых источников с соответствующим ускорением роста энтропии. Оставим это для будущих исследований.

5. Большая шкала

Как мы рассматривали в разделе 4.5, есть шанс, что после 1750 человечество в среднем ускоряет рост энтропии на Земле, а не замедляет его. Если будущие исследования и расчеты подтвердят это, означает ли это, что после 1750 года существование людей стало злом?

5.1. Как мы видели в разделе 3 «Фактор времени», энтропийный потенциал зависит от момента, для которого мы выполняем оценку. Раздел 3.4 иллюстрирует, что событие может иметь отрицательный энтропийный потенциал в масштабе секунд, положительный энтропийный потенциал в масштабе часов и снова отрицательный энтропийный потенциал в масштабе лет. Возможно, наиболее правильным методом было бы рассматривать энтропийный потенциал как математический предел, к которому стремится разница между двумя математическими ожиданиями.

$$Z(T, A) = \lim_{T \rightarrow \infty} [\hat{S}_T(T_0 + dT) - \hat{S}_T(T_0 - dT)] \quad (11)$$

Проблема в том, что мы часто не можем рассчитать этот предел, и даже не можем оценить его знак. Человечество, однако, является исключением. Поясним почему.

5.2 В настоящее время все живые организмы на Земле превращают базовые питательные вещества в более организованную биомассу. Не только люди, но и каждое растение, животное, рыба, насекомые, бактерии и т. д. непрерывно превращает сахар, воду и другие базовые питательные вещества в более высоко-организованные белки, клетки и биологические структуры. Кроме того, они также воспроизводят себя в

большее количество копий, что увеличивает объем биомассы на Земле. Люди не являются исключением из этого процесса. Однако в настоящее время только люди имеют шанс расширить свою область существования за пределами Земли. Никакие растения, никакие другие животные или рыбы не могут сделать это. (Споры, вероятно, могут выжить в космосе, но они не имеют свободу воли и намерения расширить свой ареал обитания за пределы Земли). Только люди имеют потенциал и желание расширить свою среду обитания по всей солнечной системе и далее. Конечно, для этого анализа важна не ареал обитания человека сам по себе, а область, где во вселенной происходит преобразование более примитивной материи в более организованную биомассу. Поскольку эта область и объем биомассы будут расширяться с течением времени, математическое ожидание $\hat{S}_{T \rightarrow \infty}(T_0 + dT)$ становится много меньше математического ожидания $\hat{S}_{T \rightarrow \infty}(T_0 - dT)$ с течением времени ($\hat{S}_{T \rightarrow \infty}(T_0 + dT) \ll \hat{S}_{T \rightarrow \infty}(T_0 - dT)$), и знак предела $Z_{T \rightarrow \infty}(T, A)$ в формуле (11) становится отрицательным. Чем больше величина времени T в формуле (11), тем больше область, где будут жить люди, тем больше объем высокоорганизованной биомассы будет произведен, и тем больше будет разница между математическими ожиданиями в формуле (11).

5.3 Предупреждение. Соображения, представленные в разделе 5.2, будут справедливы только в том случае, если люди смогут скорректировать ускорение роста энтропии, связанный с использованием невозобновляемых источников энергии, так чтобы оно стало меньше замедления роста энтропии, порожденное нашей цивилизацией. В противном случае ситуация, которую мы наблюдаем после 1750 года (ускорение роста энтропии из-за использования невозобновляемых источников энергии возможно превышает замедление роста энтропии из-за производства биомассы и других предметов) будет просто расширено на другие планеты и далее. Гипотетическая «сфера Дайсона» может быть одним из методов решения проблемы, и, вероятно, существуют и другие методы.

6. Заключение

Использование физики в этике. Как показано, физическое свойство «энтропийный потенциал события», используемый в философской области «этика» позволяет нам формализовать и в некоторых случаях вычислить величины «добра» и

«зла». «Энтропийный потенциал события» дает физическую основу интуитивным терминам «добро» и «зло» и позволяет сравнивать, а иногда и показывать в цифрах, *насколько* хорошими или *насколько* плохими являются определенные поступки и события.

Измеримость. «Энтропийный потенциал события» дает нам метод измерения «добра» и «зла». Используя его, мы можем показать с помощью чисел, что сорвать цветок в начале лета хуже, чем сорвать цветок в конце лета (см. 2.2.1, 2.2.2), можем оценить, *насколько* плохим является серийный убийца (см. 4.3 - 4.5) и т. д. Очевидно, что методы, представленные в этой статье, могут быть использованы для анализа добра и зла в множестве других событий, которые мы можем проанализировать.

Сравнение событий разных природы. «Энтропийный потенциал события» позволяет нам сравнивать добро и зло событий, принадлежащих совершенно разным областям. Например, мы можем рассчитать, насколько событие «убийство лосося по пути к нересту» хуже чем «сорвать цветок в начале лета».

Конечно, в большинстве случаев в этике мы можем сказать, является ли событие добром или злом. Однако, используя *только* инструменты этики мы не можем показать в числах «насколько хороши» или «насколько плохи» события, особенно если мы сравниваем события разной природы. «Энтропийный потенциал события» позволяет нам сделать это.

Универсальность. Термин «энтропия» применим к очень широкому спектру событий, от физики и химии до искусства и информации. Соответственно «энтропийный потенциал события» также применим к очень широкому спектру событий. Поскольку «энтропийный потенциал события» работает в качестве основы для наших интуитивно понятных терминов «добра» и «зла», мы можем применить эти интуитивно понятные термины к гораздо более широкому диапазону событий и сделать их вычисляемыми и сопоставимыми. Иными словами, везде где термин "энтропийный потенциал события" применим, понятия "добра" и "зла" также применимы и сравнимы между собой.

References

- [1] Zilberman M; (2022). The Entropic Potential of Events in Deterministic and Indeterministic Systems. Intellectual Archive, 2022, v. 11 (2), pp.33-40.
https://doi.org/10.32370/IA_2022_06_3
- [2] Miller, Irwin; Miller, Marylees; Freund, John E. (2014). John E. Freund's Mathematical Statistics with Applications (Eighth ed.), p.113. Pearson Education. ISBN 978-1-292-02500-1
- [3] L. A. Blumenfeld. Problems in Biological Physics (in Russian), Nauka, Moscow (1977), pp. 336; page 26.
- [4] S.E. Jorgensen, Y.M. Svirezhev. Towards a Thermodynamic Theory for Ecological Systems. Elsevier, Jul 6, 2004, Science, pp.380. ISBN 0 08 044167 X; page 72.
- [5] Toshiko Kaneda, Carl Haub. How Many People Have Ever Lived on Earth?
<https://www.prb.org/articles/how-many-people-have-ever-lived-on-earth/>
- [6] https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_primates_by_population
- [7] Max Roser, Esteban Ortiz-Ospina and Hannah Ritchie (2013) - "Life Expectancy". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/life-expectancy' [Online Resource] <https://ourworldindata.org/life-expectancy#rising-life-expectancy-around-the-world>