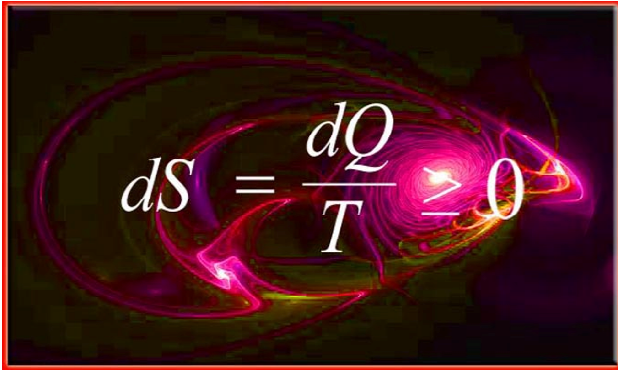


Энергетика, рынок, экология и вызов цивилизации-(3)

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

Общее представление проблемы [1]. Здесь уточняется алгоритм термодинамического решения, данного в работе [2].

Феноменология



Практически безэнтропийная утилизация солнечной энергии животным миром планеты осуществлялась посредством фотосинтеза с последующей передачей по трофическим цепочкам питания. Состояние "относительной устойчивости" окружающей среды продолжалось до первого использования человеком огня и довольно продолжительное время после этого.

Археологами найдены свидетельства использования огня *Homo habilis* (человеком умелым) примерно 1,5 миллиона лет назад. И это свидетельствует о наступлении новой энергетической эпохи — эпохи искусственной добычи и использования энергии и эта эпоха стала эпохой *энтропийного* использования энергии, которая продолжается и до настоящего времени.

Дальнейшая эволюция эры *Homo sapiens* связана с совершенствованием процедур получения огня как источника энергии и технологий превращения получаемой энергии в полезную работу. Кроме того, эпизодически используются и силы природы как альтернативные источники энергии, и возможности непосредственного преобразования энергии в полезную работу.

Следующий этап развития энергетики связан с Первой промышленной революцией (конец XVIII в. - начало XIX в.) и с переходом на более эффективный источник тепловой энергии — природный каменный уголь — первый из используемых ныне углеводородов.



Рис. 1

Вторая промышленная революция (вторая половина XIX в. — середина XX в.) знаменуется включением других источников энергии и более эффективных технологий их использования, включая атомную энергию. Главным моментом этого стало сведение всех возможных способов получения энергии к одному — получению электрической энергии. Примерные доли (%) различных способов получения электроэнергии иллюстрируются на Рис. 1.

Худо-бедно, но Природа справлялась с Первой и началом Второй промышленными революциями. Однако при этом начинают возникать проблемы и всё четче проявляться в связи с нарастающим использованием углеводородов — угля, газа, нефти.

Потребление энергии в связи с совершенствованием и наступлением очередных промышленно-технологических укладов производства и экономики (цифровые технологии, глобальные промышленные сети, Интернет, нейросети, искусственный интеллект) резко возрастает.

И здесь настал момент, когда необходимо разделить энергию на две составляющие: "полезную" и "бесполезную". "Полезная" составляющая – это энергия, дающая возможность созидать на благо общества, "бесполезная" – ведущая к деградации среды его обитания.

Термодинамическая модель

Следуя *термодинамическому приближению* [2], "полезная" составляющая связана с минимальным ростом энтропии, а в уравнении:

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

описывается вторым членом¹⁾, "бесполезная" энергия – первым членом и условием:

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

и *термодинамической* энтропией S .

Замечание 1

Следует отметить, что "полезная" работа также сопровождается диссипативными процессами. Однако мы можем разбить второй член $\sum_i F_i dX_i$ в (i) на две составляющие диссипативную ($dS \neq 0$) и адиабатическую ($dS = 0$). Первую составляющую объединим с первым членом (i) (свойство аддитивности энтропии позволяет это сделать), и тогда второй член в (i) будем понимать как чисто адиабатический. Таким образом, мы снова приходим к форме соотношения (i), где левый член – энтропийный, а второй – адиабатический. Поскольку адиабатические процессы происходят без теплообмена, повышение температуры термодинамической системы описывается первым членом (i).

Трудно перечислить и пересчитать всё многообразие факторов, дающих тепловой (энтропийный) вклад согласно первому члену (i). Однако, в первую очередь, к ним относятся все релаксируемые природные катаклизмы и очевидные ныне отрицательные факторы как следствие антропогенного энергетического наступления, уже непосредственно влияющего на процессы глобального изменения человеческого бытия и, в первую очередь, на климат и среду обитания человека:

деградация окружающей среды;
изменение состава атмосферы, существенное повышение количества парниковых газов;
изменение альбедо земной поверхности (отражательной способности);
изменение режима теплового обмена с солнечным излучением;
непредсказуемое воздействие на климат.

Многообразие перечисленных факторов требует введения единой меры их учёта, и этой мерой должна стать энтропия. В простейшем случае, в *линейном приближении*

$$S = \sigma t + S_t \text{ и } C = \text{const} \quad (iii)$$

имеем²⁾:

$$T(t + \tau) = \chi(\sigma, \tau, C) \exp[\sigma t - A'], \quad (iv)$$

где $\chi(\sigma, \tau, C) = \exp[\sigma\tau/C]$, $A' = A - S_t$, C и A – константы, термодинамический смысл которых очевиден:

C – теплоёмкость системы;
 A – аддитивная постоянная, с точностью до которой определяется *термодинамическая энтропия*.

Точная зависимость $T(t)$ получается из соотношения

$$dT = \frac{1}{C(t)} \exp[(S(t) - A)/C(t)] (dS(t)/dt) dt \quad (v)$$

Заменяв переменную $t: t \rightarrow \xi$, представим это соотношение в интегральном виде

$$\Delta T(t, \tau) = \int_t^{t+\tau} \frac{1}{C(\xi)} \cdot \frac{dS}{d\xi} \cdot \exp\left\{\frac{S(\xi) - A}{C(\xi)}\right\} d\xi, \quad (vi)$$

¹⁾ Этим членом учитывается энергия и условно незатухающих природных процессов (например, атмосферных)

²⁾ Здесь $S_t = \text{const}$. В отличие от A параметр S_t определяет значение энтропии в начале интервала $(t, t + \tau)$.

которое определяет рост температуры ΔT в интервале времени $(t, t + \tau)$. При независимых от времени C и σ , (v) превращается в (iii).

Решение уравнения (vi) возможно с помощью линейного приближения (iii). Для этого рассматриваемый интервал $(t, t + \tau)$ делим на много маленьких интервалов для линейных приближений, в качестве начальных данных для очередного решения используем данные предыдущего решения. В результате получим кусочно-линейную функцию $T(t)$ зависимости температуры от времени.

Применимость и реализация

Главным вопросом применимости термодинамического приближения является вопрос о соотношении интервалов времён локальных влияний и их времён релаксации. Изменений - много, они часты и беспорядочны, но их времена релаксации обозримы в реальном времени. Наблюдаемые же изменения глобальных параметров (например, средняя температура T окружающей среды) – плавны и значительно более продолжительны. Кроме того, присутствие малого параметра, связанного с теплоёмкостью термодинамической системы (Земли, как небесного тела) – $\frac{1}{C}$ (при $C \rightarrow \infty$), позволяет надеяться на получение "хорошо" сходящегося ряда теории возмущений.

Современные технологии космической навигации позволяют собирать необходимые данные для термодинамической модели, а мощности вычислительных систем – рассчитать модели "до числа". Однако главное – это глобальные политические межгосударственные волевые моменты, которых Мир пока реально не увидел – ни намерений, ни реализации. Об этом свидетельствуют экологический доклад ООН от 06.05.2019 [4] и эмоциональное выступление Греты Тунберг на саммите ООН [5]³⁾. Однако, очевидно, что оценка неугомонной деятельности Человека совершенно необходима.

Перспективы

Как справиться с последствиями Второго начала термодинамики (законом возрастания энтропии)? Для того, чтобы понять как можно ответить на этот вопрос, рассмотрим принцип работы кондиционера, охлаждающего воздух в комнате (уменьшение энтропии среды комнаты).

Для правильной работы кондиционера необходимо разместить *испаритель* системы (охладитель) в комнате, а *конденсатор* (сборщик тепла) вынести за пределы комнаты и, разумеется, изолировать эти рабочие агрегаты друг от друга. Работу этой системы можно описать словами: система "откачивает" энтропию из среды комнаты и "перекачивает" её во внешнюю среду или, другими словами, генерирует *негэнтропию*⁴⁾ в среде комнаты. Оказывается, существует непосредственная связь между негэнтропией и информацией. Связь эта пока ещё несколько абстрактная, однако, она позволяет понять важные моменты, относящиеся к нашей проблеме. Связь негэнтропии с информацией популярно изложена в [3].

В биосфере Земли как космического объекта, генератором негэнтропии является сама *жизнь* как геологическое явление. Например, эволюция растительной и животной жизни сформировала аппарат фотосинтеза и трофические цепочки негэнтропийного преобразования солнечной энергии. Однако разум Человек способен на большее, не отрешая себя от результатов предыдущей эволюции биосферы. К числу этого необходимо отнести следующее:

³⁾ Вызывает сожаление тот факт, что выступлению Греты Тунберг некоторые недальновидно придают искажённый политический контекст...

⁴⁾ Негэнтропия – философский и физический термин, образованный добавлением отрицательной приставки нег- (от лат. negativus – отрицательный) к понятию энтропия, и обозначающий его противоположность. В самом общем смысле противоположен по смыслу энтропии и означает меру упорядоченности и организованности системы или качество имеющейся в системе энергии.

1. Выход человечества в открытый космос (для работы по примеру функционирования кондиционера)⁵⁾;

2. Включение Разума при освоении энергоёмких технологий – использование негэнтропийных технологий.

Повторим за автором [3]:

"Удивительная связь энтропии с информацией, с совокупностью сведений, содержащихся в некотором сообщении. Обо всём этом рассказано в предлагаемой книге ⁶⁾. Тем самым она сообщает читателю информацию, уменьшая его энтропию.

И даже приведённые пункты 1-2 генерирует толику негэнтропии для борьбы с энтропией при превращении её в целевые организационные мероприятия.

Литература

1. Энергетика, рынок, экология и вызов цивилизации

<https://www.dropbox.com/s/7zui96s0cic86jl/Energy.pdf?dl=0>

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

<https://www.academia.edu/40942849/>

<http://vixra.org/pdf/1911.0276v1.pdf>

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

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

<https://www.dropbox.com/s/1fwf38vohx8d80s/Entropy-1.pdf?dl=0>

<https://cloud.mail.ru/public/4qZm/42n9nFeWA>

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

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

Вслед за предыдущей статьёй. Данная работа содержит важный результат (7) по теме доклада ООН от 06.05.2019 . В этой статье, в термодинамическом 0-приближении, приведена зависимость температуры термодинамической системы от энтропии.

3. М.В. Волькенштейн. Энтропия и информация. "Наука", М. 1986

4. **BBS NEWS| РУССКАЯ СЛУЖБА. Экологический доклад в ООН. 06.05.2019**

Человечество все быстрее уничтожает биосферу: из-за воздействия человека на окружающую среду около миллиона видов животных и растений оказались на грани вымирания, к такому неутешительному выводу пришли ученые в докладе Межправительственной научно-политической платформы по биоразнообразию и экосистемным услугам IPBES.

BBS NEWS / RUSSIAN SERVICE. Environmental report to the UN. 06.05.2019 (in Russian)

Humanity is increasingly destroying the biosphere: due to human impact on the environment, about a million species of animals and plants were on the verge of extinction, such a disappointing conclusion was reached by scientists in the report of the intergovernmental scientific and policy platform on biodiversity and ecosystem services IPBES.

<https://www.dropbox.com/s/r3wxfv6g2yjjm5/OON-6-05-2019.pdf?dl=0>

<https://cloud.mail.ru/public/2JsC/33437VQQk>

https://www.academia.edu/40607854/BBS_NEWS

5. Выступление Греты Тунберг на саммите ООН по климату - на английском языке с русскими субтитрами

<https://www.youtube.com/watch?v=w7HppEIE00M&feature=youtu.be>

⁵⁾ Весьма неожиданным может показаться то, что сортировка и утилизация искусственного мусора представляет собой своего рода работу "кондиционера", а второй закон термодинамики можно сформулировать словами: где присутствует человек, там неизбежно возникает мусор. Работу же сортировщика и сборщика искусственного мусора может исполнять только человек, поскольку в природе нет естественных трофических цепочек, утилизирующих все результаты деяния людей.

⁶⁾ См. [3]

Application

Energy, market, ecology and the challenge of civilization-(3)

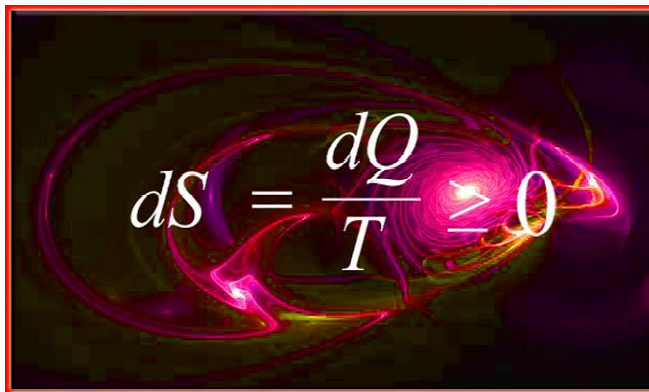
V. A. Kasimov (E-mail: quadrica-m@mail.ru)

General presentation of the problem [1]. The algorithm of the thermodynamic solution given in [2] is specified here.

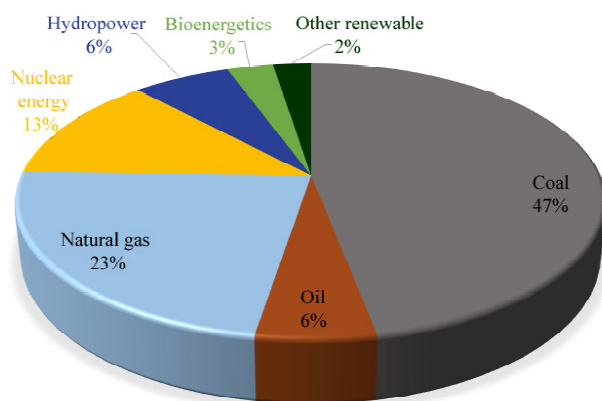
Phenomenology

Practically non-entropic utilization of solar energy by the animal world of the planet was carried out through photosynthesis with subsequent transmission through trophic food chains. The state of "relative stability" of the environment continued until the first use of fire by man and for quite a long time after that.

Archaeologists have found evidence of the use of fire by *Homo habilis* (*man skilled*) about 1.5 million years ago. And this indicates the advent of a new energy era – the era of artificial extraction and use of energy and this era has become an era of *entropic* energy use, which continues to the present time.



The further evolution of the era of *Homo sapiens* is associated with the improvement of the procedures for obtaining fire as a source of energy and technologies for turning the resulting energy into useful work. In addition, occasionally used and the forces of nature as alternative sources of energy, and the possibility of direct conversion of energy into useful work.



Pic. 1

The next phase of energy development is associated with the First industrial revolution (late XVIII - the beginning XIX century) and with the transition to a more efficient source of heat – natural coal – the first of the currently used hydrocarbon.

The second industrial revolution (second half of XIX – mid XX century) is marked by the inclusion of other energy sources and more efficient technologies, including nuclear power. The main point of this was the reduction of all possible ways of obtaining energy to one-to obtain electrical energy. The approximate shares (%) of the various methods of generating electricity are illustrated in Fig. 1.

At the very least, but Nature coped with the First and the beginning of the Second industrial revolutions.

However, at the same time, problems are beginning to arise and become clearer in connection with the increasing use of hydrocarbons - coal, gas, oil.

Energy consumption in connection with the improvement and the onset of the next industrial and technological modes of production and economy (digital technologies, global industrial networks, the Internet, neural networks, artificial intelligence) increases dramatically.

And here the moment has come when it is necessary to divide energy into two components: "useful" and "useless". The "useful" component is the energy that makes it possible to create for the benefit of society, the "useless" – leading to the degradation of its habitat.

Thermodynamic model

Following the *thermodynamic approximation* [2], the "useful" component is associated with minimal entropy growth, and in the equation:

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

is described by the second term ⁷⁾, "useless" energy – the first term and condition:

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

and *thermodynamic* entropy S .

Note1

It should be noted that "useful" work is also accompanied by dissipative processes. However, we can split the second term $\sum_i F_i dX_i$ in (I) into two components dissipative ($dS \neq 0$) and adiabatic ($dS = 0$). The first component will be combined with the first term (i) (the property of the additivity of entropy allows this), and then the second term in (i) will be understood as purely adiabatic. Thus we come again to the form of relation (i), where the left term is entropic and the second is adiabatic. Since adiabatic processes occur without heat exchange, the temperature rise of the thermodynamic system is described by the first term (i).

It is difficult to enumerate and recalculate all the variety of factors giving a thermal (entropy) contribution according to the first term (i). However, first of all, these include all the relaxing natural disasters and the now obvious negative factors as a consequence of the anthropogenic energy offensive, already directly affecting the processes of global change in human life and, first of all, on the climate and human habitat:

environmental degradation;
changes in the composition of the atmosphere, a significant increase in the amount of greenhouse gases;
change in the albedo of the earth's surface (reflectivity);
changing the mode of heat exchange with solar radiation;
unpredictable impact on the climate.

The diversity of these factors requires the introduction of a single measure of their account, and this measure should be entropy. In the simplest case, in the linear approximation

$$S = \sigma t + S_t \quad \text{и } C = \text{const} \quad (iii)$$

we have ⁸⁾:

$$T(t + \tau) = \chi(\sigma, \tau, C) \exp[\sigma t - A'], \quad (iv)$$

where $\chi(\sigma, \tau, C) = \exp[\sigma\tau/C]$, $A' = A - S$, C and A – constants whose thermodynamic meaning is obvious:

C – heat capacity of the system;
 A – is the additive constant to which the *thermodynamic entropy* is determined.

The exact dependence $T(t)$ is obtained from the relation

$$dT = \frac{1}{C(t)} \exp[(S(t) - A)/C(t)] (dS(t)/dt) dt \quad (v)$$

Replacing the variable t : $t \rightarrow \xi$, we present this relation in integral form

$$\Delta T(t, \tau) = \int_t^{t+\tau} \frac{1}{C(\xi)} \cdot \frac{dS}{d\xi} \cdot \exp\left\{\frac{S(\xi) - A}{C(\xi)}\right\} d\xi, \quad (vi)$$

⁷⁾ This term takes into account the energy and conditionally undamped natural processes (for example, atmospheric)

⁸⁾ Here $S_t = \text{const}$. Unlike A , the parameter S_t determines the entropy value at the beginning of the interval $(t, t + \tau)$.

which determines the temperature rise ΔT in the time interval $(t, t + \tau)$. At time-independent C and σ , (v) turns into (iii).

The solution of equation (vi) is possible using the linear approximation (iii). To do this, we divide the considered interval $(t, t + \tau)$ into many small intervals for linear approximations, using the data of the previous solution as the initial data for the next solution. As a result, we obtain a piecewise linear function $T(t)$ of the temperature-time dependence.

Applicability and implementation

The main question of the applicability of the thermodynamic approximation is the question of the ratio of the time intervals of local influences and their relaxation times. There are many changes, they are frequent and chaotic, but their relaxation times are visible in real time. The observed changes in global parameters (for example, the average temperature T of the environment) are smooth and much longer. In addition, the presence of a small parameter associated with the heat capacity of a thermodynamic system (the Earth as a celestial body) – $1/C$ (at $C \rightarrow \infty$), allows us to hope for a "well" converging series of perturbation theory.

Modern technologies of space navigation allow to collect necessary data for thermodynamic model, and capacities of computing systems – to calculate models "to number". However, the main thing is global political interstate strong-willed moments, which the World has not really seen yet – neither intentions nor implementation. This is evidenced by the UN environmental report of 06.05.2019 [4] and the emotional speech of Greta Thunberg at the UN summit [5]⁹⁾. However, it is obvious that the assessment of restless human activity is absolutely necessary.

Outlook

How to cope with the consequences of the Second beginning of thermodynamics (the law of increasing entropy)? To answer this question, consider the principle of operation of the air conditioner, cooling the air in the room.

For proper operation of the air conditioner, it is necessary to place the *evaporator* of the system (cooler) in the room, and the *condenser* (heat collector) outside the room and, of course, isolate these working units from each other. The operation of this system can be described in words: the system "pumps" entropy from the environment of the room and "push" it into the external environment or, in other words, generates *negentropy*¹⁰⁾ in the environment of the room. It turns out there is a direct link between negentropy and information. This connection is still somewhat abstract, however, it allows us to understand important points related to our problem. The connection of negentropy with information is popularly stated in [3].

In the biosphere of the Earth as a space object, the generator of negentropy is *life* itself as a geological phenomenon. For example, the evolution of plant and animal life formed the apparatus of photosynthesis and trophic chains of non-entropic transformation of solar energy. However, the mind of Man is capable of more, without alienating themselves from the results of the previous evolution of the biosphere. This includes the following:

1. Humanity's spacewalk (to work on the example of the air conditioner)¹¹⁾;
2. The inclusion of Reason in the development of energy-intensive technologies (the use of non-entropic technologies).

⁹⁾ It is regrettable that Greta Thunberg's performance has been misrepresented by some short-sightedly political context...

¹⁰⁾ Negentropy is a philosophical and physical term formed by the addition of the negative prefix neg - (from lat. negativus – negative) to the concept of entropy, and denoting its opposite. In the most general sense, it is opposite in the sense of entropy and means a measure of the order and organization of the system or the quality of the energy available in the system.

¹¹⁾ It may seem quite unexpected that sorting and disposal of artificial garbage is a kind of some a work of "air conditioner", and the second law of thermodynamics can be formulated in the words: where there is a person, there is inevitably garbage. The work of the sorter and collector of artificial garbage can be performed only by man, because in nature there are no natural trophic chains that absorb all the results of human actions

Repeat after the author [3]:

"The surprising connection of entropy with information, with the totality of information contained in some message. All this is described in the proposed book ¹²⁾. Thus it informs the reader information, reducing its entropy.

And even the given points 1-2 generates a shred of negentropy for fight against entropy at its transformation into target organizational actions.

Literature

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

<https://www.dropbox.com/s/7zui96s0cic86jl/Energy.pdf?dl=0>

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

<https://www.academia.edu/40942849/>

<http://vixra.org/pdf/1911.0276v1.pdf>

Perhaps the most ominous shadow hanging over the future of Humanity is the uncontrolled use of enormous amounts of energy. The "Marriage union" of the market with energy is able to create an ecological monster that will " devour" all life on Earth except, perhaps, prokaryotes – the original form of life.

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

<https://www.dropbox.com/s/1fwf38vohx8d80s/Entropy-1.pdf?dl=0>

<https://cloud.mail.ru/public/4qZm/42n9nFeWA>

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

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

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

3. М.В. Волькенштейн. Энтропия и информация. "Наука", М. 1986

4. BBS NEWS / RUSSIAN SERVICE. Environmental report to the UN. 06.05.2019 (in Russian)

<https://www.dropbox.com/s/r3wxfv6g2yjjm5/OON-6-05-2019.pdf?dl=0>

<https://cloud.mail.ru/public/2JsC/33437VQQk>

https://www.academia.edu/40607854/BBS_NEWS

Humanity is increasingly destroying the biosphere: due to human impact on the environment, about a million species of animals and plants were on the verge of extinction, such a disappointing conclusion was reached by scientists in the report of the intergovernmental scientific and policy platform on biodiversity and ecosystem services IPBES.

5. Greta Thunberg's speech at the UN climate summit – in English with Russian subtitles

<https://www.youtube.com/watch?v=w7HppEIE00M&feature=youtu.be>

¹²⁾ See [3]