

## S-КРИВЫЕ И ЭНТРОПИЙНЫЕ УСЛОВИЯ СТАБИЛИЗАЦИИ СИСТЕМ

Кораблев Г.А.

Ижевская государственная сельскохозяйственная академия,  
ул. Студенческая, 11, г. Ижевск, 426069, РФ; e-mail: korablevga@mail.ru

Поступила в редакцию: 10.07.2021

**Аннотация.** Графики S-кривых характеризуют общую динамику изменения энтропийных составляющих в зависимости от основных параметров процесса. При этом, их сумма равна максимальной величине каждой из них в данном взаимодействии. Условием стационарного состояния системы является равенство или постоянная величина соотношения ее энтропии и неэнтропии (равновесная динамика). Такие закономерности имеют место во многих явлениях и в конформационных взаимодействиях в физико-химии, в природе, в технике и даже в экономике. Приведены примеры их функционального вклада. На основе российских данных показана возможность объективного анализа хода регионального сценария коронавируса.

**Ключевые слова:** S-кривые, их многоплановость, энтропия, неэнтропия, стабилизация систем, физико-химические закономерности, сценарий коронавируса.

### ВВЕДЕНИЕ

Графические характеристики функционального развития биологических систем в зависимости от времени процесса были известны [1] уже в начале двадцатого века: численность бактерий, созревание плода, рост растений и т.п. В них выделялись три последовательных этапа: постепенное нарастание, быстрый и активный рост, стабилизация процесса. Аналогичные кривые позднее были получены и для технических систем. Пример приведен на рисунке 1 – график изменения удельной прочности стали по годам.

В таких графиках по вертикальной оси откладывается одна из основных характеристик, например, скорость, объем продукции или мощность двигателя; а по горизонтальной оси – время процесса, или расходы на финансирование системы.

В соответствии с формой кривой они получили название S-кривые, иногда их называют «линии жизни», а применительно к техническим системам – кривые развития технических систем.

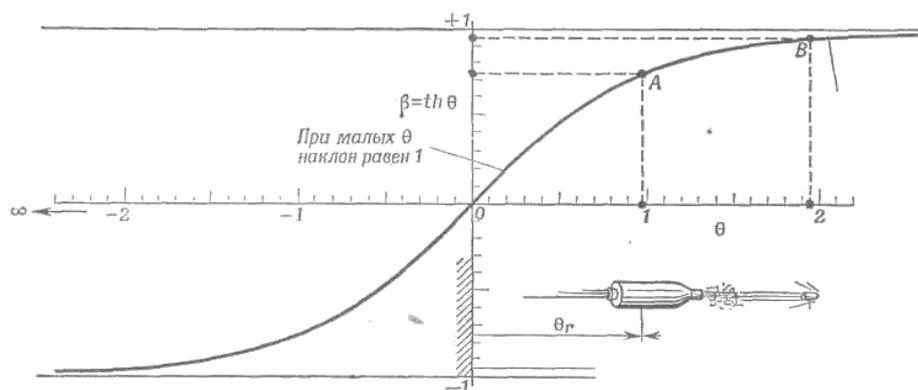
«Считается, что S-кривых закон, совершенно не отражает существа происходящих в системах изменений – он лишь демонстрирует их результат, выраженный в изменении главных показателей. Но в реальности он, не вдаваясь в технические тонкости, позволяет своевременно увидеть закономерности процесса и приближающиеся тенденции и сделать соответствующие выводы.

S-кривая, это индикатор который описывает состояние системы и способствует своевременному принятию решения по поиску новых направлений ее развития. Это позволяет сократить технологический разрыв, а в случае отсутствия решений, стимулировать их поиски» [2].

Таким образом S-кривые это номограммы изменения основных параметров процесса. И поэтому они нашли широкое применение, например, кривая Лоренца. В кривой Лоренца [3] дана пространственно-временная графическая зависимость параметра скорости ( $\Theta$ ) от самой скорости ( $\beta$ ) – рисунок 2.



Рисунок 1. Зависимость удельной прочности сталей от времени



**Рисунок 2.** Связь между параметром скорости  $\theta$  и самой скоростью  $\beta = th\theta$

Аналогичные примеры таких номограмм в биофизике:

- Поверхностно-диффузионные процессы при карбонизации наноструктур;
- В кинетике ферментативных процессов;
- Зависимость биофизических критериев от их частотных характеристик;
- Флуктуации проводимости биомембран в зависимости от их частоты;
- Зависимость скорости электронного транспорта от времени диффузии ионов.

Как известно, понятие энтропии может являться критерием направленности термодинамических процессов. Поэтому в данном исследовании для объяснения уникальных свойств  $S$  – кривых используется это свойство с позиции изменения энтропии и негэнтропии. Кроме таких терминов, нередко особенно в математической статистике применяются: "производство энтропии", как производная энтропии по времени и "информация", как производная негэнтропии по времени.

## ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

На основе анализа первого начала термодинамики было получено [4]:

«1. В системах, в которых взаимодействие идет по градиенту потенциала (положительная работа) результирующая потенциальная энергия, как и приведенная масса, находятся по принципу сложения обратных значений соответствующих величин подсистем. Это – корпускулярный процесс, теоретической концепцией которого может являться энтропия.

2. В системах, в которых взаимодействие идет против градиента потенциала (отрицательная работа) выполняется алгебраическое сложение их масс и также соответствующих энергий подсистем. Это – волновой процесс, теоретической концепцией которого может являться негэнтропия.

3. Резонансное стационарное состояние систем выполняется при условии равенства степеней их корпускулярных и волновых взаимодействий». [4] Так в термодинамике открытых систем продукция энтропии в стационарном состоянии полностью компенсируется потоком негэнтропии.

Для оценки структурных взаимодействий в простых и сложных системах классическая физика и квантовая механика широко используют кулоновские взаимодействия и их разновидности.

Согласно работе [5], электронно-конформационные процессы в биосистемах оцениваются через ориентационные, заряд-дипольные и Ван-дер-Ваальсовы взаимодействия. А обменно-резонансный перенос энергии рассматривается только как частный случай конформации. Но по своей структурной основе многие биосистемы и кластерные образования – электронейтральные. Для них основное значение имеют не взаимодействия кулоновского типа, а процессы равновесного перетекания электронных плотностей за счёт перекрывания их волновых функций. Чем ближе значение этих параметров, тем легче идёт процесс стабилизации системы.

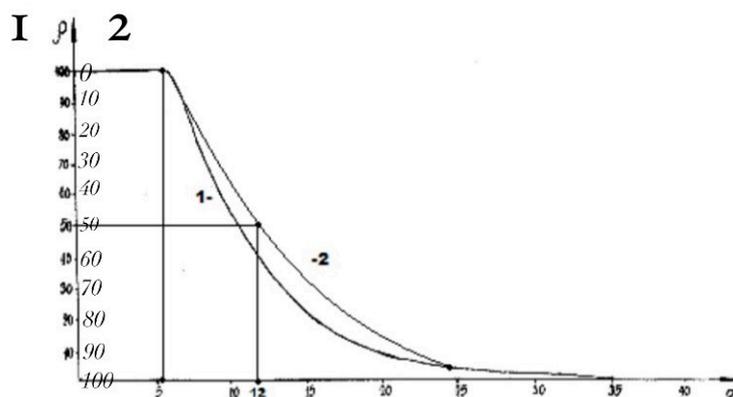
Так, Гейзенберг и Дирак [6], исходя из предположения о прямом перекрывании волновых функций, предложили обменный гамильтониан:

$$\bar{H} = -I_0 S_1 S_2,$$

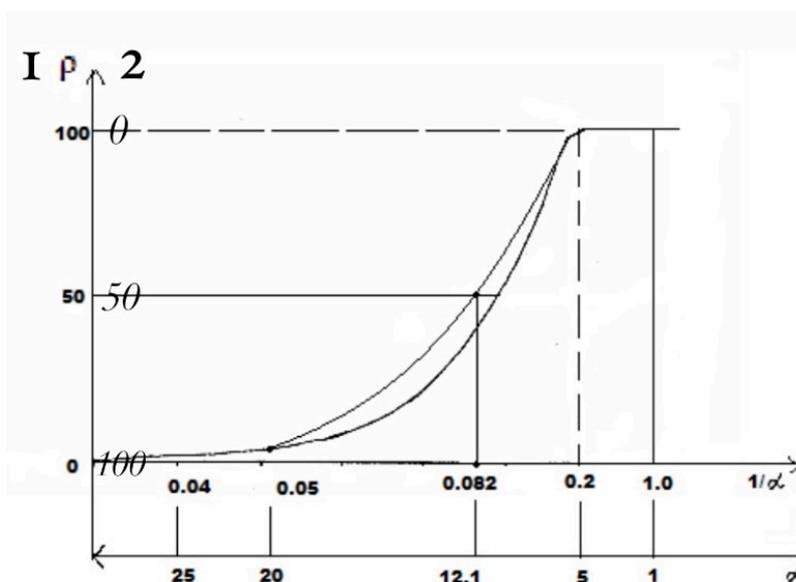
где  $\bar{H}$  – спиновый оператор изотропного обменного взаимодействия для пары атомов,  $I_0$  – постоянная обмена,  $S_1$  и  $S_2$  – интегралы перекрывания волновых функций.

Такие обменно-равновесные конформационные взаимодействия регулируют стабилизацию многих органических систем (кластеры, полипептидные цепи и т.п.). Поэтому, в данном подходе интегралы перекрывания волновых функций моделируются через величину относительной разности энергетических параметров взаимодействующих центров – коэффициент  $\alpha$  [7-8].

По многочисленным экспериментальным данным была получена номограмма зависимости степени структурных взаимодействий ( $\rho$ ) от коэффициента  $\alpha$ , единая для широкого класса структур (рис.3). Этот вид номограммы и ее зеркально-симметричный вариант (рис. 4) позволяют оценить степень и направление



**Рисунок 3.** Номограмма зависимости степени структурных взаимодействий ( $\rho$ ) от коэффициента  $\alpha$  (энтропийная кривая)



**Рисунок 4.** Номограмма зависимости степени структурных взаимодействий ( $\rho$ ) от коэффициента  $1/\alpha$  (неэнтропийная кривая)

структурных взаимодействий процессов фазообразования, изоморфизма и растворимости в многочисленных системах, в том числе в молекулярных [7,8].

Чем меньше величина  $\alpha$ , тем выше степень волновой составляющей взаимодействия в соответствии с рисунком 4 (неэнтропийная кривая – шкала №1). По шкале №2 оценивается степень уменьшения корпускулярной составляющей. А в рисунке 3 увеличение значений  $\alpha$  характеризует нарастание корпускулярных и электростатических свойств в микро системах (энтропийная кривая – шкала №2). Уменьшение волновых свойств определяется по шкале №1. Таким образом, понятие энтропии количественно моделируется через коэффициент  $\alpha$ , а неэнтропия через величину  $1/\alpha$ .

### УСЛОВИЯ РАВЕНСТВА И СООТНОШЕНИЙ ЭНТРОПИЙНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Выполнение пункта 3 исходных положений классифицируется в зависимости от особенности динамики процесса. Так в электромагнитной волне разность хода составляющих векторов равна  $90^\circ$ . В общем случае при вращательном движении системы из двух одинаковых по величине векторов ( $\vec{R}$ ) с разностью фаз  $90^\circ$  их равнодействующая:

$$\vec{C} = 2^{1/2}\vec{R}, \text{ где для данного угла } \text{tg}45^\circ=1 \quad (1)$$

Если такой процесс дополняется движением по спиральной динамике, то вектор ( $\vec{C}$ ) станет касательным вектором и образует угол спирального вращения, для которого:

$$\text{tg}\varphi = C/R = 2^{1/2}, \text{ где } \varphi \text{ геодезический угол, равен } 54,733^\circ \quad (2)$$

Под этим углом туговой шелкопряд наматывает шелковую нить на основу.

Таким образом при чисто вращательном движении выполняется условие равенства составляющих векторов энтропийных характеристик, а при спиральном движении их соотношение равно  $2^{1/2}$ . При поступательном движении действуют условия или равенства или постоянного соотношения величин их составляющих. При этом

в статистических процессах проявляются экспоненциальные зависимости. Такой подход определяет общие принципы многих физических закономерностей.

1) Характеристика спин-орбитального взаимодействия – постоянная тонкой структуры  $\alpha = \frac{r}{\lambda}$ , где  $r$  – классический радиус электрона,  $\lambda$  – его комптоновская длина волны.

2) Число  $\pi$  равно отношению длины окружности ( $l$ ) к ее диаметру ( $2r$ ).

3) В работах [9; 10] используются понятия разрушающего напряжения при растяжении пластика нити на шаг ее намотки, где:  $\sigma_\alpha$  – осевое,  $\sigma_\beta$  – окружное напряжения заменяются пропорциональной им величиной  $N_\alpha$  – осевое «усилие» и  $N_\beta$  – окружное «усилие» по уравнению:

$$\frac{\sigma_\beta}{\sigma_\alpha} = \frac{N_\beta}{N_\alpha} = \operatorname{tg}^2 \varphi = 2. \quad (3)$$

«Это условие позволяет получать равнонапряженную систему нитей с минимальной массой изделия» [10].

В гармонических колебаниях тела отношение потенциальной энергии обусловленной квазиупругой силой к кинетической энергии равно  $\operatorname{tg}^2 \delta$ , то есть:

$$E_n/E_k = \operatorname{tg}^2 \delta, \quad (3a)$$

где  $\delta$  – угловая характеристика колебаний.

Сумма обоих видов энергий равна максимальному значению каждой из них.

При условии равенства  $\delta = \varphi$  система получает энтропийное равновесное состояние.

4) Магнитомеханическое (гиромагнитное) отношение ( $g$ ) – это отношение магнитного момента частицы к ее механическому моменту, где  $g_s = 2$ , если магнитный момент электрона обусловлен только спиновой составляющей и  $g = 1$ , если он создается орбитальным движением электронов. Такие значения  $g$  их соотношения характеризуют соответствующие энтропийные зависимости.

5) Уравнение Планка (квантовый переход):

$h\nu = E$ , где  $E$  орбитальная энергия, в стационарном состоянии – величина постоянная, процесс идет по градиенту поля (энтропия),  $h$  – постоянная Планка.

6) Уравнение скорости движения

$V = S/t$ , где  $S$  – путь при механическом движении с затратой энергии (негэнтропия),  $t$  – время, всегда возрастает и направлено по градиенту (энтропия). Кривая Лоренца (рис. 2) так же свидетельствует о проявлении пространственно-временной зависимости. Условием стационарного состояния в этих случаях является постоянство скорости движения, что выполняется как в микромире атомов и молекул, так и в макромире при движении планет.

7) Микроструктурные взаимодействия [11]:

По значениям  $\rho$  и  $\alpha$  в равновесном состоянии согласно исходной номограммы – рисунок 3, получается уравнение:

$$\ln\left(\frac{\rho}{\alpha}\right) = \operatorname{tg} \varphi, \quad (4)$$

где  $\varphi$  – геодезический угол;  $\alpha$  – относительная разность энергетических параметров взаимодействующих систем;  $\rho$  – степень структурного взаимодействия.

8) При вращательном движении заряженной частицы в гравитационном поле [11]:

$$\ln\left(\frac{G}{\varepsilon_0}\right) = \operatorname{tg}^2(\alpha_0 \varphi), \quad (5)$$

где  $\varepsilon_0$  – электрическая постоянная;

$G$  – гравитационная постоянная;

$\alpha_0 = 1,00233$  – квантовая поправка к гиромагнитному отношению электрона в атоме, которая возможно в данном случае характеризует влияние прецессии движения частиц.

9) Из термодинамического определения энтропии следует:

$T = dw/ds$ , где  $dw$  – тепловая энергия, поэтому средняя температура ( $T$ ) является постоянно величиной, как в биологических системах, так и для планет.

10) В химической кинетике выполняется принцип Ле-Шателье: При внешнем воздействии на систему, находящуюся в равновесии, равновесие будет сдвигаться в направлении того процесса, который противодействует данному воздействию.

11) Исходные условия находятся в соответствии с Принципом дополненности Н. Бора: для полного описания квантово-механических явлений необходимо применять два взаимоисключающих (дополнительных) набора классических понятий, совокупность которых дает исчерпывающую информацию об этих явлениях как о целостных. Например, описание объекта как частицы и как волны.

В таких примерах:

- Если процессы идут по градиенту (энтропия), то это параметры –  $t, \alpha, E, \sigma_\alpha, r, \varepsilon_0, E_n$ ;
- Если процессы идут против градиента (негэнтропия), то это параметры –  $S, \rho, v, \sigma_\beta, \lambda, \mu, G, E_k, l$ .

## S-КРИВЫЕ В ЭКОНОМИКЕ

S-кривые часто используются в экономических исследованиях, например, динамика ВВП, количество и объем продукции, прогнозирование инновационного потенциала и т.д. Так для оценки рациональной рыночной

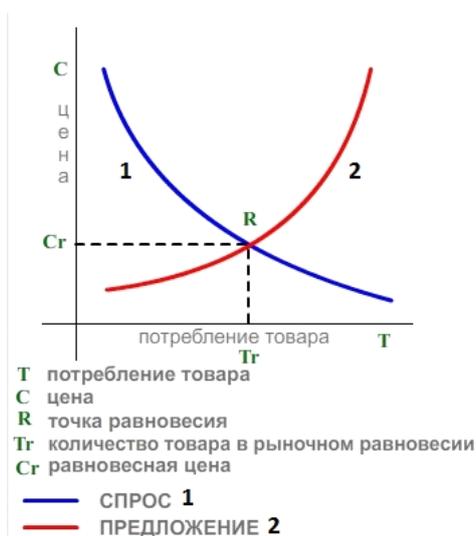


Рисунок 5. График спроса и предложения

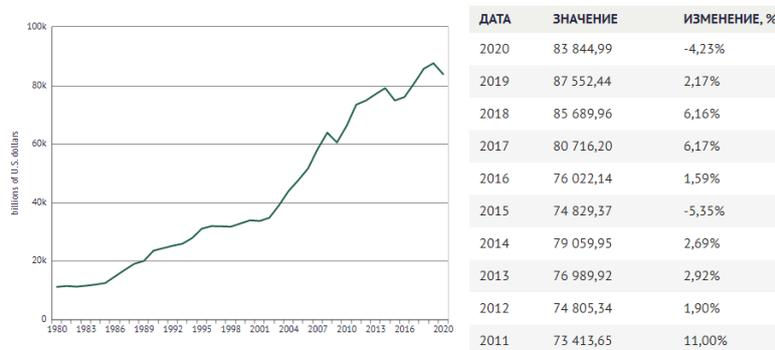


Рисунок 6. График мирового ВВП

цены используются графики линии спроса (аналогия энтропии) и линии предложения (аналогия негэнтропии) – рисунок 5.

Из графика следует, что рациональная рыночная цена устанавливается при условии равенства линий спроса и предложения.

Показательна диаграмма мировой динамики ВВП, которая практически соответствует графику негэнтропии – рисунок 6. Основное уменьшение роста ВВП начинается с 2018 года и во время пандемии коронавируса становится очень значительным.

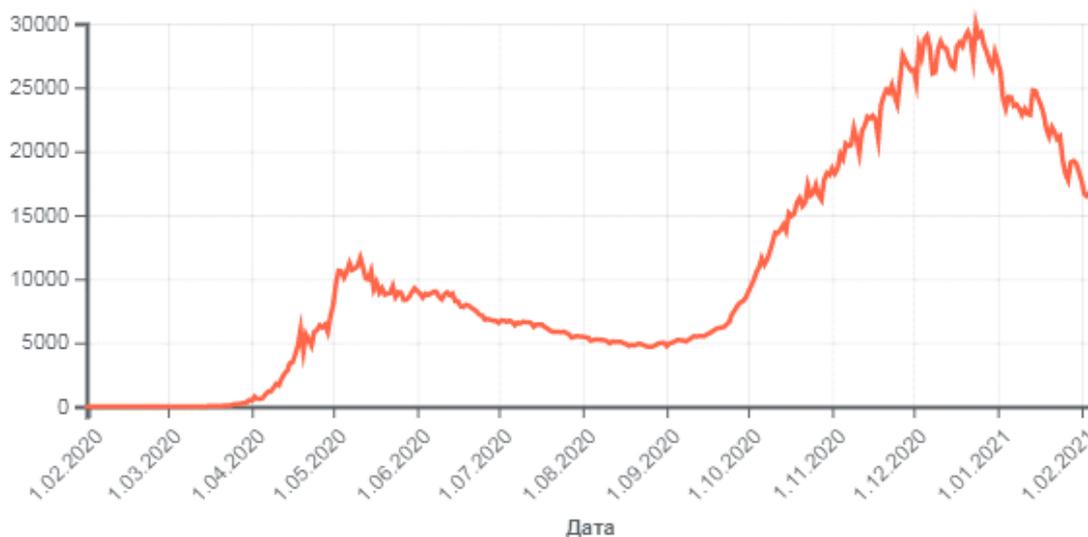
При этом ВВП Китая постоянно увеличивается, хотя и с замедлением даже в 2020 году. Чтобы не было стагнации ВВП возможно некоторым негэнтропийным экономикам необходимо дать небольшое дополнение энтропийной составляющей. В Мире уже есть опыт Китая и опыт борьбы с коронавирусом. Так те государства, у которых процент госпредприятий был сравнительно небольшим быстрее сориентировались и лучше справляются с этой проблемой.

### S-КРИВЫЕ И COVID-19

Аналогичная динамика может проявляться и в вирусной этиологии, которая может интерпретироваться как плавный переход от атомно-молекулярных взаимодействий на микроуровне к формально аналогичному процессу в макросистемах. Эта аналогия подтверждается количественными расчетами для коронавирусного сценария. Рассмотрим это на примере российского сценария коронавируса для числа заболеваний на данный момент ( $\rho$ ) по рисунку 7.

Графики такого типа отражают взаимодействие энтропийных составляющих процесса: кривая негэнтропии постепенно переходит в энтропийную кривую.

«В исходных номограммах имеется точка, которая делит каждый график на две симметричные части при  $\rho=50\%$ . Детализация данных около этого значения (рис. 7) дает еще другие близкие к нему величины. Так, для первой волны эта ситуация соответствует по дням с 21.04.2020 по 25.04.2020 и дает среднее значение  $\rho = 5493$ . Это значит, что при  $\rho=100\%$  должно быть плато с численным значением в два раза больше, то есть 10987. Фактически за 13 дней от 03.05.2020 до 15.05.2020 среднее  $\rho$  оказалась равным – 10661» [12].



**Рисунок 7.** Количество заболеваний на данный момент времени

Для второй волны пандемии точка симметричного изменения такого графика примерно равна половине от его максимального значения.

Если провести корреляцию между временем пандемии на рисунке 7 и коэффициентом  $\alpha$ , то можно оценить длительность верхнего плато графика. Такой расчет находится в соответствии с реальными результатами [12]. «Применение данной методики в других регионах и государствах позволило бы сделать анализ и прогнозы по некоторым важным этапам сценария коронавируса. Только в этих случаях необходимо предварительно оценить региональный коэффициент корреляции» [12].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данный подход не является принципиально новым, а приведенные к нему примеры не единичны. Так еще тысячи лет назад было установлено: «Все явления окружающего нас мира, включая человека и природу интерпретируются китайской медициной, как взаимодействие между двумя началами инь и ян, представляющие собой противоположные аспекты единой действительности». С позиции этих представлений физиотерапию и рефлексотерапию можно рассматривать как методику выравнивания потенциалов двух проявлений энергетических начал, которыми по современным понятиям являются энтропия и негэнтропия (п.3 исходных положений).

В данной ситуации с пандемией против вируса работает коллективный иммунитет и даже холодная зима способствует вынужденной самоизоляции. Двадцатый век – век войн эпидемий и революций имел большие человеческие потери. Но коэффициент прироста населения оказался самым высоким за всю историю человечества. В России в послевоенное время прирост родившихся мальчиков был значительно выше, чем до Второй мировой войны. В настоящее время экологических проблем есть актуальный принцип: сколько углекислого газа создается, столько его и должно поглощаться.

Все это – явления паритетного соотношения энтропии и негэнтропии.

## ВЫВОДЫ

1. Графики S-кривых характеризуют общую динамику изменения энтропийных составляющих в зависимости от основных параметров процесса. При этом их сумма равна максимальной величине каждой из них в данном взаимодействии.
2. Условием стационарного состояния системы является равенство или постоянная величина соотношения ее энтропии и негэнтропии (равновесная динамика).
3. Такие закономерности имеют место во многих явлениях и в конформационных взаимодействиях в физико-химии, в природе, в технике и даже в экономике. Приведены примеры их функционального вклада.
4. На основе российских данных показана возможность объективного анализа хода регионального сценария коронавируса.

### Список литературы / References:

1. Кынин А.Т., Леньшин В.А. *Оценка параметров технических систем с использованием кривых роста* [Электронный ресурс] URL: <http://www.metodolog.ru/01428/01428.html> (дата обращения 02.10.2020) [Kynin A.T., Lenyashin V.A. *Ocenka parametrov tekhnicheskikh sistem s ispol'zovaniem krivykh rosta* [Electronic resources] URL: <http://www.metodolog.ru/01428/01428.html> (accessed 02.10.2020) (In Russ.)]

2. Сорокин А. *S-кривая роста* [Электронный ресурс] URL: <http://www.electrosad.ru/Jornal/SCur.htm>. [Sorokin A. *S-krivyye* [Electronic resources] URL: <http://www.electrosad.ru/Jornal/SCur.htm> (accessed 02.10.2020) (In Russ.)]
3. Тэйлор Э.Ф., Уилер Дж.А. *Физика пространства-времени*. М.: Мир, 1987, 320 с. [Taylor E.F., Wheeler J.A. *Fizika prostranstva-vremeni*. Moscow: Mir, 1987, 320 p. (In Russ.)]
4. Кораблев Г.А. О проблемных вопросах физико-химии. *Современные проблемы науки и образования*. Российская Академия Естествознания, 2020, т. 19, с. 26-31. [Korablev G.A. O problemnykh voprosakh fiziko-himii. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. Rossijskaya Akademiya Estestvoznaniya, 2020, vol. 19, pp. 26-31 (In Russ.)]
5. Рубин А.Б. *Биофизика. Кн.1. Теоретическая биофизика*. М.: Высш. шк., 1987, 319 с. [Rubin A.B. *Biophysika. Book 1. Theoretical biophysics*. M.: V.sh., 1987, 319 p. (In Russ.)]
6. Dirac P.A. *Quantum Mechanics*. London, Oxford Univ., Press, 1935.
7. Korablev G.A., Petrova N.G., Osipov A.K. et al. Diversified Demonstration of Entropy. *Nev Book Announcement. Nanotechnologies to Nanoindustry*. - USA, Winter 2013/14. - Chapter 8, pp. 120-130.
8. Кораблев Г.А., Заиков Г.Е. Биоструктурные энергетические критерии функциональных состояний. *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология*, 2012, № 1 (2), с. 118-124. [Korablev G.A., Zaikov G.E. Biostrukturnye energeticheskie kriterii funktsional'nykh sostoyanij. *Proceedings of universities. Applied Chemistry and Biotechnology*, 2012, no. 1 (2), pp. 118-124. (In Russ.)]
9. Пидгайный Ю.М., Морозова В.М., Дудко В.А. *Механика полимеров*, 1967, № 6, с. 1096-1104. [Pidgainy Yu.M., Morozova V.M., Dudko V.A. *Mechanika Polymetov*, 1967, no. 6. pp. 1096-1104. (In Russ.)]
10. Кодолов В.И. *Полимерные композиции и технология изготовления из них двигателей летательных аппаратов*. Ижевский механический институт, 1992, 200 с. [Kodolov V.I. *Polimernye kompozicii i tekhnologiya izgotovleniya iz nih dvigatelej letatel'nykh apparatov*. Izhevsk Mechanical Institute, 1992, 200 p. (In Russ.)]
11. Кораблев Г.А. О механизме процессов тяготения. *Естественные и технические науки*, 2020, № 1 (139), с. 21-25. [Korablev G.A. O mekhanizme processov tyagoteniya. *Natural and technical sciences*, 2020. no. 1 (139), pp. 21-25 (In Russ.)]
12. Korablev G.A. Virus entropic characteristics. *ELJASR Journal*, 2020, vol. 3, iss. 3, pp. 146-152.

## S-CURVES AND ENTROPIC CONDITIONS OF SYSTEM STABILIZATION

Korablev G.A.

Izhevsk State Agricultural Academy

*Studencheskaya St., 11, Izhevsk, 426069, Russia; e-mail: korablevga@mail.ru*

**Abstract.** The graphs of S-curves characterize the general dynamics of change of entropic components depending on the process main parameters. At the same time, their sum is equal to the maximum value of each of them in this interaction. The condition of the system stationary state is the equality or constant of the correlation between its entropy and negentropy (equilibrium dynamics). Such regularities are found in many phenomena and conformational interactions in physical chemistry, nature, engineering and even economy. The examples of their functional contribution are given. The possibility of objective analysis of the coronavirus regional scenario is demonstrated based on the Russian data.

**Key words:** *S-curves, their diversity, entropy, negentropy, system stabilization, physical and chemical regularities, coronavirus scenario.*