

СПЕЦИФИКА ХАОСА СТТ – *COMPLEXITY* – НОВОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ХАОСА БИОСИСТЕМ

В.Б. БЕТЕЛИН, В.А.ГАЛКИН, В.М.ЕСЬКОВ

НИИЦ «Курчатовский институт» Сургутский филиал ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук», Сургут, ул. Энергетиков, 4, Сургут, Россия, 628400

Аннотация. В настоящее время особое внимание уделяется динамическому хаосу. Однако, в 2022 году три физика получили нобелевскую премию за открытие Unpredictability у квантовых объектов. Сейчас мы доказали эффект Еськова – Зинченко, где для всех живых систем имеется сходная неопределенность.

Ключевые слова: хаос, мозг, квазиаттрактор, эффект Еськова-Зинченко

SPECIFICITY OF CHAOS STT – *COMPLEXITY* – A NEW PRESENTATION OF CHAOS OF BIOSYSTEMS

V.B. BETHELIN, V.A.GALKIN, V.M.ESKOV

Kurchatov Institute NRC “Federal Research Center Scientific Research Institute for System Research of the Russian Academy of Sciences”, Separate Subdivision of the Federal Scientific Center NIISI RAS in Surgut, 4, Energetikov Street, Surgut, Russia, 628426

Abstract. Currently, special attention is paid to dynamic chaos. However, in 2022, three physicists received the Nobel Prize for the discovery of Unpredictability in quantum objects. Now we have proven the Eskov-Zinchenko effect, where all living systems have similar uncertainty.

Keywords: chaos, brain, quasi-attractor, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. В работе Aspect было доказано наличие полной неопределенности в прогнозах будущего для квантовых объектов. Сейчас очевидно, что нечто похожее мы имеем и для всех живых систем или систем третьего типа по классификации Weaver (СТТ). Очевидно, что СТТ не объект современной науки [1-5].

Открытие особых свойств квантовых объектов (Aspect) и живых систем (эффект Еськова – Зинченко (ЭЭЗ)) ставит сейчас перед всей наукой особые задачи. Главное, мы должны сейчас создавать новую науку, о которой говорил W.Weaver в 1948 году. Эта новая наука должна описывать особые свойства СТТ, которые не имеют прогноза будущего (как у Aspect) и поэтому не могут быть объектами современной детерминистской и стохастической науки – ДСН [1-9].

1. Специфика хаоса всех живых систем. Сразу отметим, что I.R. Prigogine в своем труде «*The End of Certainty...*» [10]

действительно предложил расстаться в описании СТТ-*complexity* (живых систем в его представлении) с методами детерминизма (с функциональным анализом). Однако, нобелевский лауреат (вместе с другим нобелевским лауреатом – M. Gell-Mann [11]) очень надеялся на динамический хаос Лоренца. I.R. Prigogine верил, что методы стохастики и динамический хаос Лоренца могут описывать живые системы (как и любые другие СТТ-*complexity*). Надежды I.R. Prigogine [10] и M. Gell-Mann [11] не оправдались. Хаос СТТ имеет другую природу [2-9,12-18], для СТТ мы не можем наблюдать инвариантность мер, положительных констант Ляпунова и др. характеристик динамического хаоса для нейросетей мозга [12-19] и функциональных систем организма [2-9].

Здесь оказался прав W. Weaver, который исследование *organized complexity* (живых систем) вынес [1] за пределы детерминизма и стохастики (ДСН) в

отдельный и особый класс – третий тип всех систем природы (СТТ-*complexity*). Сейчас для них (СТТ-*complexity*) мы строим отдельную теорию (*теорию хаоса-самоорганизации* – ТХС), в которой нет места стохастике и не используется динамический хаос Лоренца [2-9]. СТТ-*complexity* – это действительно отдельный, третий тип систем в природе, и они не объект ДСН [2-9].

Для СТТ нет возможности наблюдать равномерное распределение (в аттракторах Лоренца это наблюдается), мы имеем хаотически изменяющиеся функции распределения $f(x_i)$. Наблюдается уже стохастическая нестабильность и отсутствие точек покоя ($dx/dt \neq 0$ непрерывно) [20-29]. Измерять такие системы в ДСН очень сложно [30-36].

Напомним, что для хаоса Лоренца необходимо произвольное повторение начальных условий (вектор $x(t_0)$ должен быть произвольно повторим, есть задача Коши). Для особых хаотических живых систем (ГС) произвольно невозможно повторить ни $x(t_0)$, ни $x(t)$, ни конечное состояние (даже в виде выборок).

Любое состояние СТТ- неповторимо в принципе (вероятность несовпадения двух выборок, т.е. $f_j(x_i) \neq f_{j+1}(x_i)$ очень велика, $p \geq 0,95$). Как работать с такими уникальными системами? Каковы методы ТХС в современной науке о гомеостатических системах?

Ответы на эти вопросы заключены в 5-ти принципах организации СТТ-*complexity* и в их необычном поведении в ФПС. Однако, прежде чем их описывать, представим два базовых принципа неопределенности в организации СТТ-*complexity*. Во-первых, мы вводим аналог принципа неопределенности (из квантовой механики, где он известен как принцип Гейзенберга для фазовых координат (x_1 и ее скорости $x_2 = dx_1/dt$)).

Действительно, в принципе Гейзенберга [2-9] (для биомеханики имеется реальная координата x_1 и ее скорость $x_2 = dx_1/dt$), существует известное неравенство $\Delta x_1 \times \Delta p \geq h/4\pi$. Если мы из импульса p перенесем массу m вправо и будем считать $m = const$, то тогда будем

иметь ограничение на вариации Δx_1 и Δx_2 в виде $\Delta x_1 \times \Delta x_2 \geq Z_{min}$, где в физике $Z_{min} = h/4\pi m = const$. В биомеханике такая константа Z_{min} определяется как величина объема (площади) квазиаттрактора [2-9], т.е. она находится из опыта, она уникальна для каждого испытуемого [25-36].

Подобные неравенства мы сейчас постулируем и для любых СТТ-*complexity* в виде следующей системы неравенств: $Z_{max} \geq \Delta x_1 \times \Delta x_2 \geq Z_{min}$, где Z_{max} и Z_{min} – это некоторые особые константы, характеризующие организм человека в данном гомеостазе. Такие константы изменяются при изменении гомеостаза организма человека, т.е. они являются уникальными биологическими константами, они характерны для каждого испытуемого в данном гомеостазе.

Однако, они (Z_{max} и Z_{min}) накладывают ограничения на вариации любой, описывающей гомеостаз, переменной x_i ($x_i = x_1$) и на ее скорость изменения $x_2 = dx_i/dt$. Это является аналогом неопределенности Гейзенберга для СТТ-*complexity*, но смысл здесь уже другой, что представлено в новой теории хаоса-самоорганизации (ТХС) [25-36]. Эти две константы определяют поведение (специфику регуляции) функций организма человека [2-9, 25-36]. Они характеризуют данного испытуемого в данном (конкретном) гомеостазе [12-26].

Во-вторых, СТТ-*complexity* настолько специфические (отличные от ДСН-систем) системы, что для них мы ввели и другую неопределенность 1-го типа (то, что мы представили выше, в ТХС называется неопределенностью 2-го типа). Неопределенность 1-го типа регистрируется там, где статистика показывает совпадение выборок (гомеостазы или состояния функций организма больного – H_1 и здорового человека – H_2 , например, по выборкам x_i в этом случае статистически не различаются).

Однако, методы ТХС могут продемонстрировать различие состояний H_1 и H_2 для одного и того же человека (при патогенезе – H_1 и саногенезе – H_2 , например) или ТХС показывает $H_1 \neq H_2$ для

целой группы (отдельной группы) обследуемых. Подчеркнем, что речь идет о статистических совпадениях разных состояний ССС, НМС и др. систем ($H_1 \neq H_2$), т.е. с позиции ДСН различий нет. Возникает неопределенность 1-го типа, когда ДСН (демонстрируется неустойчивость, $H_1 \neq H_2$) не работает, а ТХС показывает различия [9-18, 25-36]

2. Неопределенность 2-го типа для СТТ. Для неопределенности 2-го типа мы вводим понятие *квазиаттрактора* – КА, который в простейшем случае (для $x_1(t)$ и $x_2(t)=dx_1/dt$) имеет вид некоторого прямоугольника площадью S и со сторонами Δx_1 и Δx_2 – вариации этих переменных (здесь $S=\Delta x_1 \times \Delta x_2$). Внутри такого КА вектор $x(t)$ (в этом случае $x(t)=(x_1, x_2)^T$) совершает непрерывное и хаотическое движение. За счет самоорганизации СТТ-*complexity* сам вектор $x(t)$ не может выйти за пределы этой площади S , но внутри S движение $x(t)$ не несет никакой информации, оно статистически хаотично (не путать с хаосом Лоренца).

Последнее мы показали в виде ТХС, где доля стохастики менее 30%, т.е. движение $x(t)$ хаотическое, идет непрерывный калейдоскоп сменяющих друг друга статистических функций распределения $f(x_i)$ [2-12, 15-33]. Это основа ТХС.

Подчеркнем еще раз, что в ТХС имеется два типа неопределенностей: 1 тип – это когда статистика говорит о неизменности функций организма или гомеостазов, но реально $H_1 \neq H_2$; 2-й тип неопределенности – это когда статистические функции непрерывно и хаотически изменяются, но реально функции и гомеостаз не меняются ($H_1=H_2=const$). Очевидно, что на основе этих двух типов неопределенности легко ввести и новое понятие относительности движения $x(t)$ в ФПС.

Действительно, там, где традиционная наука (ДСН) показывает неизменность, там реальные гомеостатические системы (СТТ) изменяют свое состояние. Наоборот, там, где ДСН показывает хаотический калейдоскоп изменений (при

неопределенности 2-го типа, которая имеет глобальный характер) статистических функций выборок x_i – там состояние функции или гомеостаз может быть неизменным ($H_1=H_2=const$). Мы имеем реальную инверсию понятий, т.е. ДСН и ТХС находятся в разных категориях покоя и движения. Это фундаментальное различие ТХС и ДСН [26-36].

Такая инверсия понятий (покой в ДСН – это движение в ТХС, и наоборот, движение в ДСН – это статика (покой) гомеостаза в ТХС) порождает новые принципы кинематики для ГС [4, 6]. Как тогда можно реально регистрировать изменение состояние функций (ССС, НМС, нейросетей мозга – НСМ и т.д.), гомеостаза или наоборот их стационарное состояние? На этот вопрос дает ответ новая теория (ТХС) и ее новые методы описания гомеостаза любой биосистемы (в рамках ТХС) в виде параметров ТМГ, ТПГ, КИ, ЭЭГ, ЭНГ, ЭМГ [2-15], биомеханических параметров крови или температуры тела.

В ТХС мы убедительно показали, что нет сохранения статистических функций $f(x_i)$ в режиме $n=15$ -ти регистраций выборок этих x_i (при регистрации подряд у одного испытуемого в неизменном гомеостазе). Во всех этих матрицах (см. табл. 1-4) число k пар, которые (эти две выборки x_i) можно отнести к одной генеральной совокупности весьма мало. Для тремора и ЭМГ обычно $k \leq 5$, для ТПГ, ЭЭГ, КИ мы имеем $k \leq 20$ и т.д. Доля стохастики в поведении x_i крайне мала (менее 20% обычно). Поскольку хаос статистических функций $f(x_i)$ в ДСН не описывается (и в рамках теории динамического хаоса Лоренца), то возникает реальная проблема описания ГС для ДСН.

3. Модели СТТ в виде квазиаттракторов. Если стохастика не работает (это касается $f(x)$, СПС, $A(t)$), то как убедиться, что организм находится в неизменном функциональном состоянии или гомеостазе? Тем более, что получить подряд (для j -й и $j+1$ -й выборок x_i) две статистически одинаковые выборки невозможно (для $f_j(x_i)=f_{j+1}(x_i)$ – это событие имеет для многих x_i крайне низкую вероятность $p \leq 0,05$, а для ТМГ и ЭМГ

$p \leq 0,01$). С чем до настоящего времени работает тогда вся медицина (а также биология и психология), если любая выборка x_i – уникальная (ее нельзя повторить статистически)?

Как вообще работать с этими уникальными биомедицинскими системами, если функциональный анализ и статистика (как мы сейчас доказали) не может описывать гомеостаз ГС. О какой статичности (неизменности) идет речь в определении гомеостаза? Что такое гомеостатические системы ГС, если они не объект ДСН?

Ответы на все эти вопросы дает новая теория – ТХС, в которой мы используем первоначально повторные (многократные повторения!) измерения выборок x_i , а затем создаем матрицы парных сравнений выборок x_i (полученных от одного испытуемого или группы испытуемых, находящихся в неизменном гомеостазе). Однако, расчет матриц – это весьма трудозатратное вычисление и поэтому мы предлагаем рассчитывать параметры *квазиаттракторов* (КА) в ФПС.

Отметим, что для этого движения в ФПС иногда мы используем и третью координату $x_3 = dx_2/dt$ (ускорение для $x_i(t)$), но в любом случае мы находим площадь S для КА (в виде $S = \Delta x_1 \times \Delta x_2$) или объем КА: $V_G = \Delta x_1 \times \Delta x_2 \times \Delta x_3$. Эти величины рассчитываются на основе вариационных размахов $\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3$ [2-18, 25-36].

Эти величины (S или V), как мы доказали, являются статистически устойчивыми величинами для ТМГ или ТПГ (и других x_i) для одного испытуемого, находящегося в неизменном состоянии НМС, ССС, НСМ и всего гомеостаза. Иными словами, если $H_1 = H_2$ (в рамках ТХС), то для выборок S для КА в виде среднего значения площади КА $\langle S_1 \rangle$ для состояния H_1 и среднего значения площади КА $\langle S_2 \rangle$ для состояния H_2 (речь идет, например, о состоянии ССС или нервно-мышечной системы – НМС) мы будем иметь их статистическое совпадение, т.е. $\langle S_1 \rangle \approx \langle S_2 \rangle$, если $H_1 = H_2$. Подчеркнем, что равенство площадей S_1 и S_2 выполняются в рамках расчета статистических выборок

этих S_1 и S_2 при многократных повторениях одних и тех же испытаний [12-18].

В табл. 1 мы представляем итоговые значения расчета параметров для КА состояния ТМГ у одного испытуемого в двух разных состояниях НМС: H_1 – без груза и H_2 – с грузом. Очевидно, что 15 измерений ТМГ в H_1 показывают существенное изменение значения $\langle S_1 \rangle$ (для пальца без груза), после нагрузки. В табл. 5 показано значение S_2 для H_2 в виде среднего $\langle S_2 \rangle$ и эти площади различаются существенно, т.е. $\langle S_1 \rangle \neq \langle S_2 \rangle$ при $H_1 \neq H_2$.

В целом, таких опытов (с грузом и без груза) было выполнено большое количество, и во всех таких повторах всегда $\langle S_1 \rangle < \langle S_2 \rangle$ для любого испытуемого. Площадь КА показывает, что $H_1 \neq H_2$. В статистике этого сделать нельзя, т.к. выборки ТМГ (даже в одном, неизменном состоянии) показывают существенное различие (имеем хаос выборок x_i), уже при 15-ти повторах испытаний в неизменном гомеостазе [2-18, 25-36] и состоянии НМС, ССС, НСМ.

То, что невозможно сделать в стохастике, легко демонстрируется в рамках расчета параметров КА, т.е. на основе методов ТХС. Похожие результаты мы получили и при измерении параметров электромиограмм (ЭМГ). Поскольку ЭМГ (как и ТМГ, ТПГ, КИ) демонстрирует статистический хаос с малыми значениями k (обычно $k < 5$), то мы выполнили испытания с регистрацией различных ЭМГ мышц, находящихся в двух разных гомеостазах. Например, состояние Н1М – это сжатие динамометра в кисти с силой $F_1 = 100\text{Н}$, и состояние Н2М – это сжатие динамометра с силой $F_2 = 200\text{Н}$ одним и тем же испытуемым.

Установлено, что эти два состояния НМС по параметрам ЭМГ (как и в табл. 1 для ТМГ) различны ($H_{M1} \neq H_{M2}$). Регистрация выборок x_i отведения электромиограммы (серия из 15-ти измерений по 1 секунде, регистрировались ЭМГ мышцы *abductor digiti minimi*, период квантования $\tau = 0,25\text{мсек}$, т.е. в каждой выборке ЭМГ мы имеем $n = 4000$ точек – значений ЭМГ) производилась в двух состояниях НМС H_{M1} и H_{M2} .

Установлено, что средняя площадь $\langle S_1 \rangle$ для КА ЭМГ при сжатии с $F_1=50Н$ имеет значение $\langle S_{M1} \rangle=59640$ у.е., а при сжатии $F_2=100Н$ получается средняя площадь $\langle S_{M2} \rangle=201908$ у.е. Средняя площадь $\langle S_{M1} \rangle$ для ЭМГ в состоянии H_1

отличается от средней площади $\langle S_{M2} \rangle$ для состояния НМС в виде H_2 ($H_1 \neq H_2$ и $\langle S_{M1} \rangle \neq \langle S_{M2} \rangle$). Аналогичные существенные различия ($p=0,000$) мы наблюдали и в табл.5 для ТМГ, где $S_1 \cdot 10^{-8} < S_2 \cdot 10^8$ ($2,25 \cdot 10^{-8}$ у.е. $< 5,86 \cdot 10^{-8}$ у.е.).

Таблица 1

Значения площадей S для КА выборок треморограмм от одного испытуемого ГДВ (число повторов $n=15$) в спокойном состоянии и с грузом 3 Ньютона (критерий Вилкоксона очень мал, $p=0.00$)

	$S_1 \cdot 10^{-8}$ в спокойном состоянии, у.е.	$S_2 \cdot 10^{-8}$ при нагрузке 3N, у.е.
1	2,78	9,47
2	3,84	4,82
3	1,03	8,24
4	0,58	6,79
5	1,12	5,17
6	2,22	6,59
7	0,94	2,15
8	2,34	8,54
9	1,88	5,34
10	2,25	6,7
11	2,36	7,74
12	1,93	5,5
13	2,6	3,68
14	5,12	4,36
15	2,8	2,89
$\langle S \rangle$	2,25	5,86
Критерий Вилкоксона $p=0,00$		

В целом, функциональный анализ и стохастика не могут описывать хаос параметров НМС (при организации разных движений). Как тремор (ТМГ), так и теппинг (ТПГ) вместе с электромиограммами не могут быть изучены в рамках ДСН. Мы имеем непрерывное и хаотическое движение (изменение параметров x_i НМС) в неизменном состоянии ССС или НМС с позиции ДСН. Однако, расчет параметров КА (у нас это были ТМГ и ЭМГ) показывает статичность (неизменность) площадей (в рамках статистики) или их изменение (этих S для КА) при переходе от H_1 к H_2 или от H_{M1} к H_{M2} .

В рамках ТХС мы сейчас реально регистрируем изменение состояний функций и гомеостазов, что в стохастике выполнить невозможно (СТТ – это уникальные системы). Иными словами,

сейчас мы доказываем ограниченную возможность применения стохастики в биофизике и физиологии НМС (и других ФСО). Возникает теперь проблема математического описания таких ГС-СТТ, что сейчас нами выполняется в рамках ККП и уравнений А.Ф. Филиппова с разрывной правой частью [2-9].

Реальные модели (с разрывной правой частью) мы выполнили в рамках компарментно-кластерного подхода [30-36]. Именно кластерные модели и обеспечили появление матриц вида табл. 1-4, когда в некоторый момент времени t^* резко изменяются параметры модели (скачкообразно), что приводит и к изменению статистических функций $f(x_i)$. Для СТТ-ГС мы сейчас вводим и новые критерии однородности выборок параметров x_i (в ДСН это невозможно).

Выводы

1. С позиции новой теории гомеостаза и описания (в рамках ТХС) поведения функций организма (ССС, НМС) мы сейчас доказываем непрерывный хаос параметров x_i (статистический, т.е. в виде $f(x_i)$, СПС, $A(t)$) НМС на примере организации движений (в виде ТМГ, ТПГ и ЭМГ). Это представляется рядом матриц парных сравнений выборок ТМГ, ТПГ и ЭМГ. Показано, что эта проблема гораздо шире, и она касается любых параметров функций организма x_i в ФПС (сейчас мы акцентируем внимание именно на НМС и СССР).
2. Решение задачи разделения разных состояний организма испытуемых H_1 и H_2 (при $H_1 \neq H_2$) в современной ДСН невозможно принципиально, т.к. уже в неизменном состоянии ($H_1 = H_2$) мы получаем статистический хаос для регистрируемых подряд выборок x_i (в неизменном гомеостазе!). В этой связи мы вводим два принципа (типа) неопределенности во всю биологию, медицину, экологию, психологию (и другие неточные науки). Тогда возникает возможность доказательства различий между H_1 и H_2 на основе анализа площади S (или объема V_G) для исследуемых квазиаттракторов. В наших примерах мы это продемонстрировали в биомеханике на примерах треморограмм (ТМГ с грузом F_2 и без груза $F_1=0$) и на примере электромиограмм (ЭМГ при двух статичных усилиях, развиваемых группой мышц при сжатии кистью динамометра с силой $F_2=2F_1$).
3. Очевидна дальнейшая бесперспективность применения функционального анализа (любых уравнений) и стохастичности в биомеханике (и всей теории НМС), в биофизике сложных систем в целом. Любая выборка ТМГ, ТПГ, ЭМГ (и других параметров НМС) будет уникальной, и она не имеет прогностического значения для создания общих моделей стационарных состояний или эволюции СТТ-ГС. Следующая выборка x_i будет иметь другую статистическую функцию

распределения $f(x_i)$, другие спектральные плотности сигнала или автокорреляции $A(t)$. Гипотеза Н.А. Бернштейна о «повторении без повторений» получила доказательство в эффекте Еськова-Зинченко, где вероятность p повторить два раза выборки x_i ничтожна ($f_j(x_i) = f_{j+1}(x_i)$ с $p \leq 0,01$ для ТМГ). Эпоха стохастичности в биомеханике и теории НМС завершается, необходим переход в область теории хаоса-самоорганизации (необходимо рассчитывать матрицы парных сравнений выборок и параметры квазиаттракторов, см. табл. 1). Одновременно возникает возможность строить модели СТТ в рамках компартментно-кластерного подхода.

Литература

1. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.
2. Gazyu G.V., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Stratan N.F. Artificial Intelligence Systems Based on Artificial Neural Networks in Ecology // In: Silhavy, R. (eds) Cybernetics Perspectives in Systems. CSOC 2022. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – Vol 503. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-09073-8_14
3. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции *complexity*: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 307 с.
4. Eskov V.V., Gazyu G.V., Bashkatova Yu.V., Filatova O.E. Systems synthesis: environmental factors impact assessment in non indigenous women living in the North // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. – 2022. – Sci. 981 032089 DOI 10.1088/1755-1315/981/3/032089
5. Eskov V.V., Orlov, E.V., Gavrilenko, T.V., Manina, E.A. (2022). Capabilities of Artificial Neuron Networks for System Synthesis in Medicine. // In: Silhavy, R. (eds) Cybernetics Perspectives in Systems. CSOC 2022. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – vol

503. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-09073-8_16
6. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Филатова Д.Ю. Башкатова Ю.В. Хаос параметров гомеостаза сердечно-сосудистой системы человека / Самара: Изд-во ООО «Порто-Принт», 2018. – 312 с.
 7. Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С., Веденева Т.С., Мордвинцева А.Ю. Проблема стандартов в медицине и физиологии // Архив клинической медицины. – 2020. – Т. 29, № 3. – С. 211-216.
 8. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Шакирова Л.С., Мельникова Е.Г. Роль хаоса в регуляции физиологических функций организма / Под ред. А.А. Хадарцева. Самара: ООО «Порто-принт», 2020. – 248 с.
 9. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О. Е. Конец определенности: хаос гомеостатических систем / Под ред. Хадарцева А.А., Розенберга Г.С. Тула: изд-во Тульское производственное полиграфическое объединение, 2017. – 596 с.
 10. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
 11. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // Complexity. – 1997. – Vol. 3(1). – Pp. 13-19.
 12. Grigorenko V.V., Nazina N.B., Filatov M.A., Chempalova L.S., Tretyakov S.A. New information technologies in the estimation of the third type systems // Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 1889. P. 032003 DOI:10.1088/1742-6596/1889/3/032003
 13. Kozlova V.V., Galkin V.A., Filatov M.A. Diagnostics of brain neural network states from the perspective of chaos // Journal of Physics Conference Series. 2021. Vol. 1889(5). P. 052016 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052016
 14. Filatov M.A., Poluhin V.V., Shakirova L.S. Identifying objective differences between voluntary and involuntary motion in biomechanics. // Human. Sport. Medicine. – 2021. –Vol. 21 (1). – Pp. 145-149.
 15. Filatova, O.E., Maistrenko, E.V., Boltaev, A.V., Gazya, G.V. The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems dynamics of oil-gas industry complex female workers // Ecology and Industry of Russia. 2017. Vol. 21(7). Pp. 46–51
 16. Boltaev, A.V., Gazya, G.V., Khadartsev, A.A., Sinenko, D.V. The electromagnetic fields effect on chaotic dynamics of cardiovascular system parameters of workers of oil and gas industry // Human Ecology (Ekologiya Cheloveka). 2017. Vol. 8. Pp. 3–7
 17. Коннов П.Е., Филатов М.А., Поросинин О.И., Юшкевич Д.П. Использование искусственных нейросетей в оценке актинического дерматита // Вестник новых медицинских технологий. – 2022. – Т. 29. – № 2. – С.109-112. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-2-109-112
 18. Еськов В.В., Шакирова Л.С. Почему детерминистский и стохастический подход невозможно использовать в кардиологии и во всей медицине? // Вестник новых медицинских технологий. – 2022. – Т. 29. – № 4. – С.117-120. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-4-117-120
 19. Коннов П.Е., Еськов В.В., Газя Н.Ф., Манина И.А., Филатов М.А. Оценка клинических показателей больных хроническим актиническим дерматитом // Вестник новых медицинских технологий. – 2022. – Т. 29. – № 4. – С.121-124. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-4-121-124
 20. Еськов В.В., Филатова О.Е., Мельникова Е.Г., Кухарева А.Ю. Математическая интерпретация квантовой теории сознания // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2022 – №4. – С.90-101. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-11-4-65-74
 21. Хадарцев А.А., Кухарева А., Воронюк Т.В., Волохова М.А., Музиева М.И. Нейровегетативный статус женщин севера РФ при дозированных нагрузках // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – №1. – С.18-27. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-21-27

22. Еськов В.М., Шакирова Л.С., Кухарева А. Математические аспекты реальности гипотезы W.Weaver в биомедицине // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – №1. – С.75-88. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-72-80
23. Газя Г.В., Филатов М.А., Шакирова Л.С. Математические доказательства гипотезы Н.А. Бернштейна о «повторении без повторений» // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – №1. – С.89-100. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-81-89
24. Шакирова Л.С., Кухарева А.Ю., Еськов В.М. Неопределенность первого типа параметров сердечно – сосудистой системы девочек Югры // Вестник новых медицинских технологий. – 2023. – Т. 30. – № 2. – С.111-114. DOI: 10.24412/1609-2163-2023-2-111-114
25. Коннов П.Е., Топазова О.В., Трофимов В.Н., Еськов В.В., Самойленко И.С. Нейросети в идентификации главных клинических признаков при актиническом дерматите // Вестник новых медицинских технологий. – 2023. – Т. 30. – № 2. – С.115-118. DOI: 10.24412/1609-2163-2023-2-115-118
26. Розенберг Г.С. Порядок- хаос, асимптотика- синергетика, классика-постнеклассика: взгляд эколога // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – №1. – С.5-17. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-5-20
27. Еськов В.М. Два подхода в познании природы человека // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2023. – №1. – С.64-74. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-64-71
28. Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Мандрыка И.А., Еськов В.В. Энтропийный подход в физике живых систем и теории хаоса-самоорганизации. // Успехи кибернетики. – Успехи кибернетики. – 2020.– Т. 1, №3. – С. 41-49.
29. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Башкатова Ю.В. Медицинская и биологическая кибернетика: перспективы развития. // Успехи кибернетики. – 2020. – Т.1, №1. – С. 64-72.
30. Зимин М.И., Пятин В.Ф., Филатов М.А., Шакирова Л.С. Что общего между «Fuzziness» L. A. Zadeh И «Complexity» W. Weaver в кибернетике. // Успехи кибернетики. – 2022, – 3(3). – Стр.102-112. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-11
31. Хадарцева К. А., Филатова О. Е. Новое понимание стационарных режимов биологических систем. // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(3).– Стр. 92-101. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-10.
32. Газя Г.В., Газя Н.Ф., Еськов В.М. Проблема выбора инвариант в биокибернетике с позиции статистики // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(4).– Стр. 102-109. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-12
33. Еськов В.В., Газя Г.В., Коннов П.Е. Фундаментальные проблемы биокибернетики из-за неустойчивости выборок биосистем // Успехи кибернетики. – 2022. – 3(4).– Стр. 110-122. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-13
34. Кухарева А.Ю., Еськов В.В., Газя Н.Ф. Гипотеза Эверетта и квантовая теория сознания // Успехи кибернетики. – 2023. – 4(1). – Стр. 65-71. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-1-09
35. Филатова О.Е., Филатов М.А., Воронюк Т.В., Музиева М.И. Квантовомеханический подход в электрофизиологии // Успехи кибернетики. – 2023. – 4(2). – Стр. 68-77. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-2-10
36. Еськов В.В., Газя Г.В., Кухарева А.Ю. Потеря однородности группы – вторая «великая» проблема биомедицины // Успехи кибернетики. – 2023. – 4(2). – Стр. 78-84. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-2-11

References

1. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.

2. Gazya G.V., Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Stratan N.F. Artificial Intelligence Systems Based on Artificial Neural Networks in Ecology // In: Silhavy, R. (eds) Cybernetics Perspectives in Systems. CSOC 2022. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – Vol 503. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-09073-8_14
3. Eskov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i evolyucii complexity: monografiya. Tula: Izdatel'stvo TulGU, 2016. – 307 s.
4. Eskov V.V., Gazya G.V., Bashkatova Yu.V., Filatova O.E. Systems synthesis: environmental factors impact assessment in non indigenous women living in the North // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 981 032089 DOI 10.1088/1755-1315/981/3/032089
5. Eskov V.V., Orlov, E.V., Gavrilenko, T.V., Manina, E.A. (2022). Capabilities of Artificial Neuron Networks for System Synthesis in Medicine. // In: Silhavy, R. (eds) Cybernetics Perspectives in Systems. CSOC 2022. Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – vol 503. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-09073-8_16
6. Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatova D.Yu. Bashkatova Yu.V. Haos parametrov gomeostaza serdechno-sosudistoj sistemy cheloveka / Samara: Izd-vo OOO «Porto-Print», 2018. – 312 s.
7. Eskov V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Vedeneeva T.S., Mordvinceva A.Yu. Problema standartov v medicine i fiziologii // *Arhiv klinicheskoy mediciny.* – 2020. – T. 29, № 3. – S. 211-216.
8. Eskov V.V., Pyatin V.F., Shakirova L.S., Mel'nikova E.G. Rol' haosa v regulyacii fiziologicheskikh funkcij organizma / Pod red. A.A. Hadarceva. Samara: OOO «Porto-print», 2020. – 248 s.
9. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Konec opredelennosti: haos gomeostaticeskikh sistem / Pod red. Hadarceva A.A., Rozenberga G.S. Tula: izd-vo Tul'skoe proizvodstvennoe poligraficheskoe ob"edinenie, 2017. – 596 s.
10. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
11. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // *Complexity.* – 1997. – Vol. 3(1). – Pp. 13-19.
12. Grigorenko V.V., Nazina N.B., Filatov M.A., Chempalova L.S., Tretyakov S.A. New information technologies in the estimation of the third type systems // *Journal of Physics: Conference Series.* 2021. Vol. 1889. P. 032003 DOI:10.1088/1742-6596/1889/3/032003
13. Kozlova V.V., Galkin V.A., Filatov M.A. Diagnostics of brain neural network states from the perspective of chaos // *Journal of Physics Conference Series.* 2021. Vol. 1889(5). P. 052016 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052016
14. Filatov M.A., Poluhin V.V., Shakirova L.S. Identifying objective differences between voluntary and involuntary motion in biomechanics. // *Human. Sport. Medicine.* – 2021. – Vol. 21 (1). – Pp. 145-149.
15. Filatova, O.E., Maistrenko, E.V., Boltaev, A.V., Gazya, G.V. The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems dynamics of oil-gas industry complex female workers // *Ecology and Industry of Russia.* 2017. Vol. 21(7). Pp. 46–51
16. Boltaev, A.V., Gazya, G.V., Khadartsev, A.A., Sinenko, D.V. The electromagnetic fields effect on chaotic dynamics of cardiovascular system parameters of workers of oil and gas industry // *Human Ecology (Ekologiya Cheloveka).* 2017. Vol. 8. Pp. 3–7
17. Konnov P.E., Filatov M.A., Porosinin O.I., YUshkevich D.P. Ispol'zovanie iskusstvennyh nejrosetej v ocenke aktinicheskogo dermatita // *Vestnik novyh medicinskih tekhnologij.* [Journal of new medical technologies]. – 2022. – T. 29. – № 2. – S.109-112. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-2-109-112
18. Eskov V.V., Shakirova L.S. Pochemu deterministskij i stohasticheskij podhod nevozmozhno ispol'zovat' v kardiologii i vo vsej medicine? // *Vestnik novyh medicinskih tekhnologij.* [Journal of new

- medical technologies] – 2022. – Т. 29. – № 4. – S.117-120. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-4-117-120
19. Konnov P.E., Eskov V.V., Gazya N.F., Manina I.A., Filatov M.A. Ocenka klinicheskikh pokazatelej bol'nyh hronicheskim aktinicheskim dermatitom // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. [Journal of new medical technologies]. – 2022. – Т. 29. – № 4. – S.121-124. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-4-121-124
 20. Es'kov V.V., Filatova O.E., Mel'nikova E.G., Kuhareva A.YU. Matematicheskaya interpretaciya kvantovoj teorii soznaniya // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2022 – №4. – S.90-101. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-11-4-65-74
 21. Hadarcev A.A., Kuhareva A., Voronyuk T.V., Volohova M.A., Muzieva M.I. Nejrovegetativnyj status zhenshin severa RF pri dozirovannyh nagruzkah // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – №1. – S.18-27. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-21-27
 22. Es'kov V.M., SHakirova L.S., Kuhareva A. Matematicheskie aspekty real'nosti gipotezy W.Weaver v biomedicine // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – №1. – S.75-88. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-72-8
 23. Gazya G.V., Filatov M.A., SHakirova L.S. Matematicheskie dokazatel'stva gipotezy N.A. Bernshtejna o «povtoreнии bez povtoreний» // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – №1. – S.89-100. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-81-89
 24. SHakirova L.S., Kuhareva A.YU., Es'kov V.M. Neopredelennost' pervogo tipa parametrov serdechno – sosudistoj sistemy devocek YUgry // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. – 2023. – Т. 30. – № 2. – S.111-114. DOI: 10.24412/1609-2163-2023-2-111-114
 25. Konnov P.E., Topazova O.V., Trofimov V.N., Es'kov V.V., Samojlenko I.S. Nejroseti v identifikacii glavnyh klinicheskikh priznakov pri aktinicheskom dermatite // Vestnik novyh medicinskih tekhnologij. – 2023. – Т. 30. – № 2. – S.115-118. DOI: 10.24412/1609-2163-2023-2-115-118
 26. Rozenberg G.S. Poryadok- haos, asimptotika- sinergetika, klassika- postneklassika: vzglyad ekologa // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – №1. – S.5-17. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-5-20
 27. Es'kov V.M. Dva podhoda v poznanii prirody cheloveka // Slozhnost'. Razum. Postneklassika. – 2023. – №1. – S.64-74. DOI: 10.12737/2306-174X-2023-1-64-71
 28. Hadarcev A.A., Filatova O.E., Eskov V.V., Mandryka I.A. Entropijnyj podhod v fizike zhivyh sistem i teorii haos- samoorganizacii. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – Т. 1, №3. – S. 41-49.
 29. Eskov V.M., Pyatin V.F., Bashkatova Yu.V. Medicinskaya i biologicheskaya kibernetika: perspektivy razvitiya. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – Т.1, №1. – S. 64-72.
 30. Zimin M.I., Pyatin V.F., Filatov M.A., Shakirova L.S. Chto obshchego mezhdru «Fuzziness» L. A. Zadeh I «Complexity» W. Weaver v kibernetike. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2022, – 3(3). – Str.102-112. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-11
 31. Hadarceva K. A., Filatova O. E. Novoe ponimanie stacionarnyh rezhimov biologicheskikh sistem. // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics] [Russian Journal of Cybernetics]. – 2022. – 3(3). – Str. 92-101. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-3-10.
 32. Gazya G.V., Gazya N.F., Es'kov V.M. Problema vybora invariant v biokibernetike s pozicii statistiki // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(4).– Str. 102-109. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-12
 33. Es'kov V.V., Gazya G.V., Konnov P.E. Fundamental'nye problemy biokibernetiki

iz-za neustojchivosti vyborok biosistem // Uspekhi kibernetiki. – 2022. – 3(4).– Str. 110-122. DOI: 10.51790/2712-9942-2022-3-4-13

34. Kuhareva A.YU., Es'kov V.V., Gazya N.F. Gipoteza Everetta i kvantovaya teoriya soznaniya // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(1). – Str. 65-71. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-1-09
35. Filatova O.E., Filatov M.A., Voronyuk T.V., Muzieva M.I. Kvantovomekhanicheskij podhod v elektrofiziologii // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(2). – Str. 68-77. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-2-10
36. Es'kov V.V., Gazya G.V., Kuhareva A.YU. Poterya odnorodnosti gruppy – vtoraya «velikaya» problema biomeditsiny // Uspekhi kibernetiki. – 2023. – 4(2). – Str. 78-84. DOI: 10.51790/2712-9942-2023-4-2-11