

DOI: 10.12737/2306-174X-2022-90-102

## ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ НЕПРЕДСКАЗУЕМОСТИ ДЛЯ БИОСИСТЕМ У М. GELL-MANN

А.А. ХАДАРТЦЕВ<sup>1</sup>, В.А. ГАЛКИН<sup>2</sup>, Ю.В. БАШКАТОВА<sup>2</sup>, Т.В. ГАВРИЛЕНКО<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Тульский государственный университет», пр-т Ленина, д.98, Тула, Россия, 300012

<sup>2</sup>ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук». Обособленное подразделение «ФНЦ НИИСИ РАН» в г. Сургуте, ул. Базовая, 34, г. Сургут, Россия, 628400, e-mail: firing.squad@mail.ru

<sup>3</sup>БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400

**Аннотация.** В 1997 году нобелевский лауреат *M. Gell-Mann* представил статью, в которой была дана классификация возможных источников неопределенности и непредсказуемости в физике для всей неживой природы. При этом он не вышел за рамки общепринятой стохастической теории, которая описывает квантово-механические объекты. Однако еще почти 50 лет назад один из основателей теории информации *W. Weaver* представил гипотезу, в которой биосистемы вообще не могут быть объектом стохастики и всей современной науки. В итоге, 20 лет назад мы доказали эффект Еськова-Зинченко, согласно которому в рамках стохастики (и детерминизма) отсутствует любая возможность предсказуемости будущего состояния вектора  $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ , который описывает биосистемы в  $m$ -мерном фазовом пространстве состояний. В этой связи возникает глобальная Unpredictability, для всей науки, изучающей живые системы.

**Ключевые слова:** стохастика, хаос, биосистемы, эффект Еськова-Зинченко.

## FUNDAMENTAL SOURCES OF UNPREDICTABILITY FOR BIOSYSTEMS ACCORDING BY M. GELL-MANN

А.А. KHADARTSEV<sup>1</sup>, V.A. GALKIN<sup>2</sup>, YU.V. BASHKATOVA<sup>2</sup>, T.V. GAVRILENKO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tula State University, Tula, Russia, 300012

<sup>2</sup>Federal research center for scientific research institute of system research of the Russian Academy of Sciences, Special division in Surgut, Bazovaya Str. 34, Surgut, Russia, 628400, e-mail: firing.squad@mail.ru

<sup>3</sup>Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400

**Abstract.** In 1997 years *M. Gell-Mann* (nobel prove winner) presented the article which was presented global sources of Uncertainty and Unpredictability for nonliving systems. But *M. Gell-Mann* uses not present the output from traditional stochastic theory (such theory describes objects in quantum mechanics). But 70 years ago one of founder of information theory *W. Weaver* presented hypothesis about biosystems as not object of all modern science. So 20 years ago we noted the Eskov-Zinchenko effect which are proved the absent of any possibility for deterministic and stochastic science for modeling future state of any biosystems (for it state vector  $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$  in phase space of state with  $m$ -dimensional as a result of such Eskov-Zinchenko effect there are global Unpredictability and Uncertainty for all modern science which are studying living systems.

**Key words:** stochastics, chaos, biosystems, Eskov-Zinchenko effect.

**Введение.** Более 70-ти лет назад один из основоположников теории информации *W. Weaver* представил три необычные гипотезы, которые были подтверждены спустя 50 лет после этой публикации [38]. Одна из этих гипотез утверждала, что системы третьего типа (СТТ) – биосистемы не могут быть объектом статистики [38]. Однако, сам *W. Weaver* эту гипотезу не

доказал, т.к. она потребовала демонстрации особых свойств СТТ и более 20-ти лет упорного труда большого количества исследователей.

К числу этих особых свойств в первую очередь относится отсутствие возможности прогнозирования будущего состояния вектора  $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$  в  $m$ -мерном фазовом пространстве состояний (ФПС).

Этот вектор описывает биосистемы (СТТ) в любой точке фазового пространства. Базовая гипотеза *W. Weaver*, фактически, отрицала прогноз СТТ в виде конечного состояния вектора  $x(t)$ . Возникла глобальная *Unpredictability* для всех живых систем, но она никем не была доказана до начала 21-го века [4-14].

Подчеркнем, что в представлениях *M. Gell-Mann* все процессы в природе могут описываться в рамках статистики или теории динамических систем (ТДС). Об этом он прямо говорит: «... *the application of quantum mechanics is always to histories, since predictions of the probabilities of future events are always made subject to the explicit or implicit assumption that certain things have already happened, things that have meaning only if certain other things happened earlier, and so forth*» [26].

Для физики и всей детерминистской и стохастической науки (ДСН) очень важна причинно-следственная связь. Если прошлое не влияет на будущее состояние вектора  $x(t)$ , то использовать методы и модели ДСН мы уже не можем. Это четко понимали шесть нобелевских лауреатов, о которых мы скажем ниже. Отсутствие предсказуемости – это конец определенности, о которой говорил *I.R. Prigogine* [35].

### **1. Complexity, Uncertainty и Unpredictability в современной науке (ДСН).**

Неопределенность будущего состояния любой системы (*Unpredictability*) является фундаментальным свойством для отсутствия любой редукции законов физики (у математики) на биосистемы. Впервые эту проблему редукции поднял в 1944 году *E. Schrödinger* в известной публикации [37]. Несколько позже второй нобелевский лауреат *A.V. Hill* [31] твердо высказал убеждение, что науки о живых системах (в частности, биофизика) имеют редукцию. Это означает, что биосистемы можно описывать в рамках физики.

Позже, окончательные утверждения были высказаны еще тремя нобелевскими лауреатами: *I.R. Prigogine* [35, 36], *R. Penrose* [34] и *V.L. Ginzburg* [27]. Все эти пять выдающихся людей были уверены в

редукции физики на биосистемы. Это означает, в первую очередь, что прошлое состояние вектора  $x(t_0)$  в момент времени  $t_0$  может определять будущее состояние биосистемы в виде точки  $x(t_f)$  в фазовом пространстве состояний (ФПС).

При этом все были уверены в том, что стохастика может описывать СТТ. Только *I.R. Prigogine* предложил отказаться от детерминистского подхода в изучении биосистем. Очень сомневался и *V.L. Ginzburg*, который в итоге в своей фундаментальной статье высказался следующим образом: «...*нельзя исключать возможность того, что мы даже на фундаментальном уровне еще не знаем чего-то необходимого для редукции*» [27].

Столетиями ученые изучали биосистемы в рамках статистики. При этом было разработано много моделей для описания СТТ с использованием теории динамических систем (ТДС) и стохастики. Как показали наши исследования, все это носило исторический характер, т.е. наука описывала артефакты. В начале 21-го века был доказан эффект Еськова-Зинченко (ЭЕЗ), который продемонстрировал отсутствие статистической устойчивости выборок любых параметров организма человека. Этот ЭЕЗ завершил дальнейшие исследования ДСН в изучении СТТ [15-25].

Именно об этом пытался сказать *W. Weaver* еще в 1948 году. Он выдвинул сразу три гипотезы, которые более 50 лет никто не рассматривал. Приведем характерную цитату: «*These new problems, moreover, cannot be handled with the statistical techniques so effective in describing behavior in problems of disorganized complexity. These new problems, and the future of the world depends on many of them, requires science to make a third great advance an advance that must be even greater than the nineteenth-century conquest of problems of simplicity or the twentieth-century victory over problems of disorganized complexity. Science must, over the next 50 years, learn to deal with these problems of organized complexity*» [38].

Очевидно, что в этой работе [38] *W. Weaver* представил три фундаментальные гипотезы, которые весь научный мир и

тогда, и сейчас просто игнорирует. Во-первых, W. Weaver дал общую классификацию всех систем живой и неживой природы. В этой классификации он вводит понятие систем третьего типа – СТТ. Эти СТТ (биосистемы) не могут быть описаны в рамках детерминистского подхода (например, в рамках теории динамических систем – ТДС) и в рамках стохастики. Фактически, в этой классификации W. Weaver предложил создать новую (третью, после детерминизма и стохастики) науку и об этом мы скажем ниже.

Во-вторых, после представления трех типов систем, W. Weaver вывел все СТТ за пределы детерминистской и стохастической науки (ДСН). Это было гениальной гипотезой, но это было логично, если доказать специфические свойства СТТ. Их специфика заключается в особой *Complexity* для СТТ. Однако ни W. Weaver, ни миллионы других ученых во всем мире эту специфику биосистем не доказали. Поэтому вторая гипотеза (СТТ – это не объект ДСН) осталась без должного внимания более 50-ти лет.

В-третьих, в указанной выше цитате (см. выше) W. Weaver сделал удивительный прогноз на будущее. Он говорит о 50-ти годах, по истечению которых человечество должно познать *Complexity* и СТТ. Это новое познание должно происходить в рамках новой (третьей) науки. Это тоже было гипотезой, которую мы доказали на рубеже 20-го и 21-го веков в виде новой теории хаоса-самоорганизации – ТХС [6-17].

Все эти три гипотезы были связаны общим словом *Complexity*, которое W. Weaver сознательно вводит в заглавие своей статьи [38]. Тем самым он противопоставил всю современную науку (ДСН) особой *Complexity*, которую он четко выводит за пределы ДСН. С чем связано это понятие *Complexity* у W. Weaver? Ответ риторический, если внимательно проанализировать его работу [38].

Действительно, впервые слово *Complexity* появляется в определении систем второго типа (СВТ), когда W. Weaver называет СВТ как *Disorganized*

*Complexity*. Откуда возникает это понятие *Complexity* при определении СВТ? Ответ лежит на поверхности. Вспомним, что начальное состояние детерминистской системы (*Simplicity* – системы первого типа (СПТ [38])) в виде точки  $x(t_0)$  в ФПС может многократно (и точно!) повториться. Более того, и конечное состояние СПТ в виде  $x(t_f)$  в ФПС может тоже многократно (и точно!) повториться, если мы имеем динамические уравнения (в ТДС) [1-8].

Однако уже для СВТ мы этого сделать не можем. Мы можем многократно повторить  $x(t_f)$  в ФПС, но для непрерывной случайной величины (НСВ) мы точно  $x(t_0)$  не можем повторить даже второй раз. Поэтому в стохастике мы работаем с выборками. Это облако точек в ФПС невозможно повторить (по всем точкам и точно!) два раза (и более). Однако в стохастике разработаны правила (теории), по которым эти выборки можно сравнить.

Эти сравнения производятся по статистическим функциям  $f(x)$ , их числовым характеристикам (статистической дисперсии  $D_x^*$ , статистическому среднему  $\langle x \rangle$  и т.д.), по спектральным плотностям сигнала (СПС), по автокорреляциям  $A(t)$  и т.д. Эти правила сравнения выборок (облака точек в ФПС) производятся неточно и это уже отличие от ТДС, от детерминизма. В стохастике понятие неизменности (покое) имеет иной смысл, это понятие теряет точность, все приблизительно. Стохастика имеет другие критерии сравнения состояния одной и той же системы.

Это четко понимал W. Weaver и поэтому он вывел СВТ за пределы детерминистской науки и представил стохастику как отдельную (вторую) науку. Однако возникает закономерный вопрос: что имел в виду W. Weaver, когда говорил о СТТ, об отличии этих систем от СПТ и СВТ? Почему W. Weaver вывел все биосистемы за пределы ДСН? W. Weaver это не сказал, он не доказал специфику СТТ. Это сделали мы на рубеже 20-го и 21-го веков, когда доказали специфику СТТ и все три гипотезы W. Weaver (см. выше) [6-15].

Более 20-ти лет назад мы соединили гипотезу *W. Weaver* [38] (СТТ не объект ДСН) и гипотезу второго гения 20-го века – выдающегося биомеханика Н.А. Бернштейна [1]. Он говорил о «повторении без повторений» в организации любого движения. Логика его рассуждений сейчас понятна, т.к. Н.А. Бернштейн показал реальность пяти разных систем организации движений (системы *A, B, C, D, E*). Он говорил об их хаотическом включении и выключении в организации движений. Фактически, Н.А. Бернштейн ввел хаос в организацию любых движений, но он не доказал его реальность и не показал о каком хаосе идет речь [6-11].

Действительно, почему СТТ не могут быть объектом ДСН? Мы проанализировали эти две работы следующим образом. Если одна точка (в детерминизме она определяет все) не может описывать СВТ, т.к. нужна выборка  $x(t_f)$  и многократные повторные испытания, то и одна выборка (для СТТ) не может описывать биосистемы. Следуя логике *W. Weaver* (СТТ не объект ДСН) и логике Н.А. Бернштейна (о «повторении без повторений») мы получили множество выборок сначала параметров треморограмм (ТМГ) и теппинграмм (ТПГ) от одного и того же испытуемого и затем эти выборки сравнивали между собой. Фактически, мы использовали гипотезу Н.А. Бернштейна о «повторении без повторений» и доказали три гипотезы *W. Weaver* [38].

## 2. Эффект Еськова-Зинченко – реальная *Complexity* для всей современной науки.

Прежде всего, напомним, что еще в 1944 году *E. Schrödinger* поднял вопрос о редукции законов физики (и математики) при описании биосистем [37]. В самом названии этой статьи [37] звучит вопрос о возможности описания живых систем в рамках законов и моделей физики. Позже второй нобелевский лауреат *A.V. Hill* [31] высказал твердые утверждения о том, что для науки биофизики, которая изучает СТТ-*complexity*, вполне достаточно законов физики для описания биосистем.

Значительно позже четыре нобелевских лауреата (*I.R. Prigogine* [35, 36], *M. Gell-Mann* [26], *R. Penrose* [34] и *V.L. Ginzburg* [27]) высказали твердое убеждение в том, что ДСН достаточно для описания СТТ. Отметим, что *I.R. Prigogine* очень сомневался в возможностях детерминизма, но возлагал большие надежды на стохастическую и теорию динамического хаоса в описании СТТ [35, 36].

Однако, дальше всех пошел *V.L. Ginzburg*, который в своей фундаментальной работе [27] выделил три «великие проблемы» физики на будущие 30 лет. В этих проблемах он особым образом выделил проблему необратимости (стрела времени) для биосистем (это первая глобальная проблема). В третьей глобальной проблеме *V.L. Ginzburg* говорит о редукции законов физики на биосистемы. Возможна ли эта редукция в принципе? Новая теория хаоса-самоорганизации (ТХС) доказывает невозможность этого [6-15].

*V.L. Ginzburg* прямо говорит о перспективах развития новой теории (третьей науки по гипотезе *W. Weaver*) в своей фундаментальной работе: «...нельзя исключать возможность того, что мы даже на фундаментальном уровне еще не знаем чего-то необходимого для редукции» [27].

Большие сомнения в возможностях ДСН при описании биосистем высказывал и основоположник теории *Fuzziness* *L.A. Zadeh*. Он писал: «*I began to feel that complex systems cannot be dealt with effectively by the use of conventional approaches largely because the description languages based on classical mathematics are not sufficiently expressive to serve as a means of characterization of input – output relations in an environment of imprecision, uncertainty and completeness of information*» [39].

Однако все эти высказывания, как и гипотезы *W. Weaver*, и гипотезы Н.А. Бернштейна (о «повторении без повторений») не имели под собой экспериментальной базы. Никто за 50 лет после публикации *W. Weaver* [38] не пытался доказать специфику СТТ. Для создания новой науки, согласно теореме *K.*

*Gödel*, нужно доказать специфику объекта. Нужно доказать особые свойства СТТ. Наконец нужно создать новую науку [6-14, 16-25].

В этой новой науке ученые должны дать новые понятия, новые законы и новые модели для описания СТТ. Однако, первоначально мы должны доказать особые свойства СТТ, которые невозможно изучать в рамках ДСН. Именно этим мы и занимались последние 20 лет [6-14]. При этом мы доказывали и три гипотезы *W. Weaver* [38].

Первоначально изучались движения конечностей человека с целью доказать гипотезу Н.А. Бернштейна о «повторении без повторений». При регистрации подряд двух выборок треморограмм (ТМГ) у одного и того же испытуемого мы производили сравнения этих двух соседних

выборок путем многократных повторов таких парных регистраций. Оказалось, что из 100 повторов только 1-2% пар могут показать критерий Вилкоксона  $p_{j,j+1} \geq 0,05$ . В 98% испытаниях такие пары показывают  $p_{j,j+1} < 0,05$ .

Это означает, что такая пара не может иметь общую генеральную совокупность. Эти пары статистически различаются. В дальнейшем мы просто начали регистрировать выборки ТМГ у разных испытуемых (по 15 раз подряд у каждого) и строить матрицы парных сравнений этих 15-ти выборок для каждого испытуемого. Были рассчитаны сотни таких матриц для нескольких десятков испытуемых. Оказалось, что число  $k$  пар выборок ТМГ в каждой такой матрице, для которых критерий Вилкоксона  $p_{j,j+1} \geq 0,05$ , очень невелико.

**Таблица 1**

**Матрица парного сравнения выборок треморограмм (ТМГ) одного и того же человека (без нагрузки, число повторов  $n=15$ ), использовался критерий Вилкоксона (критерий различия  $p < 0,05$ , число совпадений  $k_j=3$ )**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,51	0,00	0,00	0,01	0,70
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,51</b>		0,00	0,00	0,00	1,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,70</b>	<b>1,00</b>	0,00	0,00	0,00	

Во всех таких матрицах для ТМГ  $k_j \leq 5\%$ . Это означает, что из 100 испытаний только в 5-ти испытаниях любые матрицы могут статистически совпадать. Остальные 95% испытаний показывают разные выборки. Напомним, что в статистике работает, например, доверительная вероятность  $\beta \geq 0,95$ , с которой события совпадают. У нас все наоборот, с частотой  $p^* > 0,95$  выборки статистически не совпадают. Для двух соседних выборок эта

частота несовпадений возрастает до  $p_{j,j+1}^* \geq 0,99$ .

О какой доказательной медицине мы можем сейчас говорить, если в биомеханике частота несовпадений выборок 95% (и даже более 99%)? Для теппинга (сознательное движение пальца по вертикали) мы имеем  $p_{j,j+1}^* \geq 0,85$ . Сознание несколько повышает долю стохастичности, но в любом случае организация произвольных и непроизвольных движений

(теппинг, тремор) происходит в рамках статистической неопределенности [6-14].

Мы не можем произвольно повторить любое движение в рамках стохастики. Это и есть эффект Еськова-Зинченко (ЭЕЗ), в котором доказан эффект потери статистической устойчивости выборок ТМГ. Подчеркнем, что это касается не только статистических функций распределения  $f(x)$  и их статистических характеристик ( $D_x^*$  и  $\langle x \rangle$ ), но и СПС,  $A(t)$  и других величин. Для примера мы представляем матрицу парных сравнений

выборок СПС одного и того же испытуемого (15 повторных регистраций ТМГ).

В этой табл. 2 мы имеем несколько большие значения числа  $k_2$  пар выборок СПС, которые показывают критерий Вилкоксона  $p_{j,j+1} \geq 0,05$ . В любом случае для СПС и  $A(t)$  для одного и того же испытуемого мы имеем малые значения  $k_2$ . Обычно  $k_2 \leq 30\%$  от всех 105-ти разных пар сравнения СПС (см. табл. 2). Это доказывает ЭЕЗ и гипотезы *W. Weaver* о СТТ [38].

Таблица 2

**Матрица парного сравнения 15-ти СПС треморограмм одного испытуемого при повторных экспериментах ( $k_2=25$ ), по критерию Вилкоксона (для непараметрического распределения)**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,95	0,01	0,00	0,13	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,68	0,00	0,58
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00
3	<b>0,95</b>	0,00		0,01	0,00	0,15	0,56	0,00	0,00	0,01	0,00	0,48	0,38	0,00	0,60
4	0,01	0,00	0,01		0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,11	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	<b>0,13</b>	0,00	<b>0,15</b>	0,00	0,00		0,17	0,00	0,00	0,02	0,00	0,60	0,13	0,00	0,29
7	<b>0,77</b>	0,00	<b>0,56</b>	<b>0,07</b>	0,00	<b>0,17</b>		0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,66	0,00	0,75
8	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,11</b>	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,74</b>	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	<b>0,08</b>	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00		0,02	0,06	0,00	0,00	0,00
11	0,00	<b>0,90</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,02	0,00	<b>0,48</b>	0,00	0,00	<b>0,60</b>	0,01	0,00	0,00	<b>0,06</b>	0,00		0,12	0,00	0,17
13	<b>0,68</b>	0,00	<b>0,38</b>	0,01	0,00	<b>0,13</b>	<b>0,66</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,12</b>		0,00	0,54
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15	<b>0,58</b>	0,00	<b>0,60</b>	0,01	0,00	<b>0,29</b>	<b>0,75</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,17</b>	<b>0,54</b>	0,00	

Подчеркнем, что сейчас обследовано более 30-ти параметров нервно-мышечной системы (НМС), сердечно-сосудистой системы (ССС), нейросетей мозга (НСМ) в виде электроэнцефалограмм и других параметров организма человека. Всего более одного миллиона выборок для 20000 обследованных людей [2-14]. Везде регистрируется статистическая неустойчивость выборок любых параметров организма человека. Это доказывает глобальность ЭЕЗ и гипотезы *W. Weaver* [38].

Все эти многочисленные данные показывают уникальность выборок  $x(t)$  и бесполезность дальнейшего применения статистики в изучении СТТ. Это реальная *Complexity* всей современной науки (ДСН). Дальше невозможно изучать и описывать

биосистемы в медицине, биологии, психологии, экологии и других науках о жизни. Именно это пытался сказать *W. Weaver* [38], но пока на его работы мало кто обращал внимание (во всей мировой науке).

Каковы же источники *Unpredictability*, *Uncertainty* и *Complexity* в организме человека? Можно ли выявить градацию *Uncertainty* в организме человека?

### 3. Источники *Unpredictability* в организме человека.

Общеизвестно, что многими функциями организма, его гомеостазом управляет мозг человека, нейросети мозга (НСМ). Организация движений работа сердца, состояние гомеостаза и многое другое в организме подчинено НСМ. Закономерно будет определить степень

хаотичности НСМ, например, в виде электроэнцефалограмм (ЭЭГ). Может ли мозг, его НСМ генерировать статистически устойчивые ЭЭГ?

Ответ на этот вопрос мы получили 10 лет назад, когда в покое начали регистрировать (у одного испытуемого, сидя) его ЭЭГ (многократные повторные регистрации отведения делали в разных

точках поверхности мозга). В итоге мы построили много матриц парных сравнений выборки ЭЭГ, которые тоже показали ЭЭЗ. Однако в таких матрицах числа  $k$  пар с  $p_{j,j+1} \geq 0,05$  было несколько больше, чем для ЭМГ или КИ. Для примера мы представляем типичную табл. 3, в которой имеется  $k_3=33$ . Остальные пары ЭЭГ статистически различаются.

**Таблица 3**

**Матрица парного сравнения ЭЭГ одного и того же здорового человека (число повторов  $N=15$ ) в период релаксации в отведении  $T6-Ref$ , (критерий Вилкоксона, критерий различий  $p < 0,05$ , число совпадений  $k_3=33$ )**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	<b>0,32</b>	<b>0,05</b>	0,10	<b>0,64</b>	0,01	<b>0,55</b>	0,00	<b>0,28</b>	<b>0,31</b>	0,00	<b>0,90</b>	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,58</b>
3	0,32	0,00		<b>0,75</b>	0,00	0,03	<b>0,67</b>	<b>0,19</b>	0,00	0,01	<b>0,30</b>	0,02	<b>0,10</b>	0,00	0,00
4	0,05	0,00	0,75		0,00	<b>0,07</b>	<b>0,83</b>	0,00	0,00	0,00	<b>0,06</b>	0,03	0,04	0,00	0,00
5	0,10	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	<b>0,41</b>	<b>0,38</b>	<b>0,66</b>	0,03	0,00	<b>0,21</b>	0,00	0,00
6	0,64	0,00	0,03	0,07	0,00		<b>0,21</b>	<b>0,86</b>	0,00	<b>0,21</b>	<b>0,52</b>	0,00	<b>0,66</b>	0,00	0,00
7	0,01	0,00	0,67	0,83	0,00	0,21		0,02	0,00	0,00	0,01	<b>0,19</b>	0,00	0,00	0,00
8	0,55	0,00	0,19	0,00	0,41	0,86	0,02		<b>0,08</b>	<b>0,93</b>	<b>0,15</b>	0,00	<b>0,97</b>	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,08		<b>0,06</b>	0,00	0,00	<b>0,07</b>	0,00	0,01
10	0,28	0,00	0,01	0,00	0,66	0,21	0,00	0,93	0,06		0,00	0,00	<b>0,36</b>	0,00	0,00
11	0,31	0,00	0,30	0,06	0,03	0,52	0,01	0,15	0,00	0,00		0,00	0,05	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,90	0,00	0,10	0,04	0,21	0,66	0,00	0,97	0,07	0,36	0,05	0,00		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15	0,00	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Отметим, что матрицы парных сравнений выборок НМС и ССС показывают в 2-3 раза меньшие значения  $k$ , чем  $k_3$  для ЭЭГ. Для примера мы представляем характерную табл. 4 для КИ. В этой табл. 4 число пар  $k$ , для которых  $p_{i,j} \geq 0,05$ , существенно меньше, чем в табл. 3 для ЭЭГ. Однако, ЭМГ и КИ демонстрируют число  $k \leq 15\%$ , а для ЭЭГ  $k_3 \leq 35\%$ .

Таким образом, нейросети мозга генерируют статистическую неустойчивость, которая в 2-3 раза превышает (по числам  $k_3$ ) неустойчивость управляемых мозгом НМС и ССС. Учитывая такой результат мы можем сейчас говорить о том, что НСМ являются первичным источником статистического хаоса (неустойчивости) во всех органах и системах, которые управляются НСМ.

Хаос мозга первичен, а далее (при переходе к периферии) статистическая неустойчивость нарастает, а числа  $k$  падают до 15% и меньше. В итоге, статистический

компонент (тремор) показывает  $k_l \leq 5\%$  от всех 105-ти пар равнения (см. табл. 1).

Мы имеем градуальное снижение доли стохастичности при переходе от мозга к управляемым НСМ биосистемам. При этом полностью (с точностью до 95% или 85%) теряется связь между прошлым состоянием системы и ее будущим. В итоге в ЭЭЗ мы доказали, что прошлое состояние СТТ очень слабо влияет на ее будущее. Для описания СТТ требуется новая наука и мы ее сейчас создаем (это ТХС) [6-14, 16-25].

#### **Обсуждение.**

В середине 90-х годов 20-го века *M. Gell-Mann* поднял очень важную проблему об источниках *Unpredictability* и *Uncertainty*. Суть этой проблемы касается детализации источников *Unpredictability* в физике. Мы сейчас эту проблему расширили до осознания потери причинно-следственных связей у биосистем. Это означает полный отказ от любой редукции законов и моделей физики для описания живых систем [6-14, 28-30, 32, 33].

Таблица 4

**Матрица парного сравнения выборок кардиоинтервалов (КИ) одного и того же человека (без нагрузки, число повторов  $n=15$ ), использовался критерий Вилкоксона (критерий различий  $p<0,05$ , число совпадений  $k_4=12$ )**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1			0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	<b>0,07</b>	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	<b>0,94</b>	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,01	0,60	0,30	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,00	0,03	0,00	0,00	0,17	0,02	0,06
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,60</b>	0,00		0,40	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,30</b>	0,03	<b>0,40</b>		0,00	0,00	0,25	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,94</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	<b>0,07</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,06</b>	<b>0,17</b>	0,01	<b>0,25</b>	0,00	0,00		0,00	0,04
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,83
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,06</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	<b>0,83</b>	

Мы сейчас доказываем, что *СТТ-complexity* не могут быть объектом современной ДСН. Нет прогнозов будущего СТТ в рамках ДСН, регистрируется статистическая неустойчивость многих выборок  $x_i(t)$  параметров организма человека в виде ЭЭЗ. Подчеркнем, что сейчас нами рассчитаны несколько тысяч матриц парных сравнений выборок для 23 параметров  $x_i(t)$  организма. И все эти матрицы доказывают ЭЭЗ.

Очевидно, что для биосистем тоже необходимо искать фундаментальные источники *Unpredictability*. В этой связи ту глобальную проблему, которую поднял *M. Gell-Mann* в 1997 году [26], следует расширить не только на физические объекты, но и на биосистемы. Складывается очень парадоксальная ситуация: биология и медицина многие десятилетия были в иллюзии ДСН и очень сильно отставали от физики. Напомним, что еще в конце 19-го века физика уже активно изучала строение атома, создавались предпосылки для квантовой механики (представления Планка, давления света и т.д.). Но в это время медицина не знала о группах крови и наугад делала переливание крови.

Человек как-то упорно не хочет познавать самого себя и в этом заключается особая *Complexity* и для самого человека, и для науки (ДСН), которую он создал. Надо

расширять наши представления о самих себе и этому призывал еще в 1948 году *W. Weaver*. Однако никто в мире не пытался проверить гипотезы *W. Weaver* в течение 50-ти лет после этой публикации [38]. Двадцать лет назад мы это сделали [6-14].

Потребовались многочисленные эксперименты в различных областях биологии и медицины, которые мы выполнили за последние 20 лет. В итоге был доказан ЭЭЗ и сейчас создается новая теория (ТХС) [6-14]. Начинается новая эпоха познания человека человеком в рамках *Unpredictability* и *Complexity*, которые впервые нам представил *W. Weaver* в 1948 году. Если прошлое не влияет на будущее, если выборки параметров биосистем уникальны, если статистика не работает при изучении СТТ, то необходима новая наука. В этой науке первичным источником хаоса является мозг.

Эта наука сейчас создается в рамках теоремы *K. Gödel*: доказаны особые свойства биосистем, вводятся новые понятия (неопределенности 1-го и 2-го типов, псевдоаттракторы, инверсия понятий покоя и движения), создаются новые модели в рамках ТХС и вводится новое понятие эволюции СТТ в ФПС. Уже определились особые перспективы ТХС в виде новых режимов искусственных нейросетей (ИНС), что позволяет

моделировать эвристическую работу мозга [28-30].

#### Выводы.

Более 70-ти лет назад W. Weaver впервые попытался расшифровать понятие *Complexity* и предложил три базовые гипотезы. Одна из них носит фундаментальный характер – это гипотеза о СТТ, которые не могут быть объектом современной ДСН. Эту гипотезу, как и предсказывал W. Weaver, удалось доказать в виде эффекта Еськова-Зинченко (ЭЕЗ) спустя 50 лет после выхода [38].

При этом сразу возникли принципиальные *Complexity*, *Uncertainty* и *Unpredictability* для всей современной науки. Они заключаются в уникальности выборок любых параметров организма человека. Для СТТ нами доказана потеря причинно-следственных связей в рамках ДСН. Однако новая наука (ТХС) вводит новые инварианты и частично восстанавливается возможность прогноза будущего для СТТ.

Сейчас четко установлено, что нейросети мозга человека являются источником *Uncertainty* и *Unpredictability* для всех систем организма, которые управляются мозгом человека. Доказана иерархия нарастания хаоса при переходе от НСМ к периферии. Очевидно, что науке еще предстоит многое сделать для развития нового математического аппарата, который не имеет ничего общего с динамическим хаосом Лоренца. Работа происходит хаотично и очень трудно формализуется. Более 30 лет назад нами была создана компартментно-кластерная теория нейросетей мозга [6-14].

#### Литература

1. Бернштейн Н.А. О построении движений / Проф. Н. А. Бернштейн чл.-кор. Акад. мед. наук СССР. – М.: Медгиз, 1947. – 255 с
2. Газя Г.В., Еськов В.В., Бодин О.Н., Веденеев В.В. Системный анализ параметров сердечно-сосудистой системы мужчин и женщин Югры // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – №4. – С. 26-29. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-4-26-29
3. Газя Г.В., Еськов В.В., Стратан Н.Ф., Салимова Ю.В., Игнатенко Ю.С. Использование искусственных нейросетей в промышленной экологии // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28, № 2. – С. 111-114. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-2-111-114
4. Галкин В.А., Еськов В.В., Пятин В.Ф., Кирасирова Л.А., Кульчицкий В.А. Существует ли стохастическая устойчивость выборок в нейронауках? // Новости медико-биологических наук. – 2020. – Т. 20, № 3. – С. 126-132.
5. Галкин В.А., Филатова О.Е., Еськов В.М., Попов Ю.М. Связи между прошлым и будущим состоянием биосистем // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 2. – С. 14-24. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-13-24
6. Еськов В.В. Математическое моделирование гомеостаза и эволюции *complexity*: монография. Тула: Издательство ТулГУ, 2016. – 307 с.
7. Еськов В.В., Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С., Веденеева Т.С., Мордвинцева А.Ю. Проблема стандартов в медицине и физиологии // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2020. – Т. 29, № 3. – С. 211-216.
8. 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.
9. 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.
10. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Шакирова Л.С., Чертищев А.А. Существуют ли стандарты в физиологии и медицине? // Клиническая медицина и фармакология. – 2020. – Т. 6, № 1. – С. 27-31. DOI: 10.12737/2409-3750-2020-6-1-27-31

11. Еськов В.М., Филатов М.А., Газя Г.В., Стратан Н.Ф. Возможности создания искусственного интеллекта на базе искусственных нейросетей // Успехи кибернетики. – 2021. – Т. 2, № 3. – С. 44-52. DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-3-6.
12. Еськов В.М., Галкин В.А., Пятин В.Ф., Филатов М.А. Организация движений: стохастика или хаос? / Под. ред. член-корр. РАН, д.биол.н., профессора Г.С. Розенберга. Самара: Издательство ООО «Порто-принт», 2020. – 144 с.
13. Еськов В.М., Галкин В.А., Филатова О.Е. Complexity: хаос гомеостатических систем / Под ред. Г.С. Розенберга. Самара: Изд-во ООО «Порто-принт», 2017. – 388 с.
14. 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.
15. Еськов В.М., Пятин В.Ф., Башкатова Ю.В. Медицинская и биологическая кибернетика: перспективы развития // Успехи кибернетики. – 2020. – Т. 1, № 1. – С. 64-72. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-1-8
16. Заславский Б.Г., Филатов М.А., Еськов В.В., Манина Е.А. Проблема нестационарности в физике и биофизике // Успехи кибернетики. – 2020. – Т. 1, № 2. – С. 61-67. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-2-7
17. Пятин В.Ф., Еськов В.В., Филатова О.Е., Башкатова Ю.В. Новые представления о гомеостазе и эволюции гомеостаза // Архив клинической и экспериментальной медицины. – 2019. – Т. 28, № 1. – С. 21-27.
18. Пятин В.Ф., Еськов В.В., Миллер А.В., Ермак О.А. Стохастика и хаос в нейросетях мозга // Клиническая медицина и фармакология. – 2018. – Т. 4, № 4. – С. 14-19.
19. Филатова О.Е., Башкатова Ю.В., Мельникова Е.Г., Чемпалова Л.С. Параметры кардиоинтервалов женщин Севера РФ при дозированных нагрузках // Клиническая медицина и фармакология. – 2019. – Т. 5, № 4. – С. 6-10.
20. Филатова О.Е., Галкин В.А., Башкатова Ю.В., Шакирова Л.С. Новые возможности нейрокомпьютеров в биомедицине // Сложность. Разум. Постнеклассика. – 2021. – № 3. – С. 5-16. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-5-14
21. Хадарцев А.А., Филатова О.Е., Мандрыка И.А., Еськов В.В. Энтропийный подход в физике живых систем и теории хаоса-самоорганизации // Успехи кибернетики. – 2020. – Т. 1, № 3. – С. 41-49. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-3-5
22. Eskov V.M., Filatov M.A., Grigorenko V.V., Pavlyk A.V. New information technologies in the analysis of electroencephalograms // Journal of Physics Conference Series. – 2020. – Vol. 1679. – P. 032081 DOI:10.1088/1742-6596/1679/3/032081
23. Eskov V.V. Modeling of biosystems from the stand point of “complexity” by W. Weaver and “fuzziness” by L.A. Zadeh // Journal of Physics Conference Series. – 2021. – Vol. 1889(5). – P. 052020 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052020
24. Filatova O.E., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Filatov M.A. Neural network technologies in system synthesis // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2021. – Vol. 1047. – P. 012099 DOI: 10.1088/1757-899X/1047/1/012099
25. Gazya G.V., Eskov V.V., Filatov M.A. The State of the Cardiovascular System Under the Action of Industrial Electromagnetic Fields // International journal of biology and biomedical engineering. – 2021. – Vol. 15. – Pp. 249-253. DOI: 10.46300/91011.2021.15.30
26. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // Complexity. – 1997. – Vol. 3(1). – Pp. 13-19.
27. Ginzburg V.L. What problems of physics and astrophysics seem now to be especially important and interesting

- (thirty years later, already on the verge of XXI century)? // *Physics-Uspekhi*. – 1999. – Vol. 42. – Pp. 353-373. DOI: 10.1070/PU1999v042n04ABEH000562
28. 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
  29. Grigorenko V.V., Eskov V.M., Nazina N.B., Egorov A.A. Information-analytical system of cardiographic information functional diagnostics // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2020. – Vol. 1515. – P. 052027 DOI:10.1088/1742-6596/1515/5/052027
  30. Grigorenko V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Egorov A.A., Nazina N.B. New information technologies in the estimation of stationary modes of the third type systems // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2020. – Vol. 862. – P. 052034 DOI:10.1088/1757-899X/862/5/052034
  31. Hill A.V. Why biophysics? // *Science*. – 1956. – Vol. 124(3234). – Pp.1233-1237.
  32. Khadartsev A.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatov M.A. The Use of Tremorography for the assessment of motor functions // *Biomedical engineering*. – 2021. – Vol. 54(6). – Pp. 388-392. DOI:10.1007/s10527-021-10046-6
  33. 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
  34. Penrose R. *The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Mind and Laws of Physics*(Oxford: Oxford University Press, 1989).
  35. Prigogine I.R. *The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature* (Free Press, 1996).
  36. Prigogine I.R. *The philosophy of instability* // *Futures*. – 1989. – Pp. 396-400.
  37. Schrödinger E. *What Is Life?* Cambridge University Press, Cambridge. – 1944.
  38. Weaver W. *Science and Complexity*. *American Scientist*. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.
  39. Zadeh L.A. *Autobiographical Note 1*. Undated two-pages type -written manuscript, written after. – 1978.

### References

1. Bernshtein N.A. *O postroenii dvizhenii* [On the construction of movements] / Prof. N. A. Bernshtein chl.-kor. Akad. med. nauk SSSR. – M.: Medgiz, 1947. – 255 s.
2. Gazya G.V., Es'kov V.V., Bodin O.N., Vedeneev V.V. Sistemnyi analiz parametrov serdechno-sosudistoi sistemy muzhchin i zhenshchin Yugry [System analysis of the parameters of the cardiovascular system of men and women of Ugra] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – № 4. – S. 26-29. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-4-26-29
3. Gazya G.V., Es'kov V.V., Stratan N.F., Salimova Yu.V., Ignatenko Yu.S. Ispol'zovanie iskusstvennykh neirosetei v promyshlennoi ekologii [The use of artificial neural networks in industrial ecology] // *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Bulletin of new medical technologies]. – 2021. – T. 28, № 2. – S. 111-114. DOI: 10.24412/1609-2163-2021-2-111-114
4. Galkin V.A., Es'kov V.V., Pyatin V.F., Kirasirova L.A., Kul'chitskii V.A. Sushchestvuet li stokhasticheskaya ustoichivost' vyborok v neironaukakh? [Is there stochastic stability of samples in neurosciences?] // *Novosti mediko-biologicheskikh nauk* [News of biomedical sciences]. – 2020. – T. 20, № 3. – S. 126-132.
5. Galkin V.A., Filatova O.E., Es'kov V.M., Popov Yu.M. Svyazi mezhdru proshlym i budushchim sostoyaniem biosistem [Connections between past and future

- state of biosystems] // Slozhnost'. Razum. Postneklassika [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 2. – С. 14-24. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-13-24
6. Eskov V.V. Matematicheskoe modelirovanie gomeostaza i evolyutsii complexity [Mathematical modeling of homeostasis and evolution of complexity] / Tula: Publishing house of TulaSU, 2016. – 307 s.
  7. Eskov V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Vedeneeva TS, Mordvintseva A.Yu. Problema standartov v meditsine i fiziologii [The problem of standards in medicine and physiology] // Arkhiv klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny [Archives of Clinical and Experimental Medicine]. – 2020. – T. 29, No. 3. – S. 211-216.
  8. Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatova D.Yu. Bashkatova Yu.V. Khaos parametrov gomeostaza serdechno-sosudistoi sistemy cheloveka [Chaos of homeostasis parameters of the human cardiovascular system] / Samara: Publishing house of Porto-Print LLC, 2018. – 312 s.
  9. Eskov V.V., Pyatin V.F., Shakirova L.S., Melnikova E.G. Rol' khaosa v regulyatsii fiziologicheskikh funktsii organizma [The role of chaos in the regulation of physiological functions of the body] / A.A. Khadartseva. Samara: Porto-print LLC, 2020. – 248 s.
  10. Es'kov V.V., Pyatin V.F., Shakirova L.S., Chertishchev A.A. Sushchestvuyut li standarty v fiziologii i meditsine? [Are there standards in physiology and medicine?] // Klinicheskaya meditsina i farmakologiya [Clinical medicine and pharmacology]. – 2020. – T. 6, № 1. – S. 27-31. DOI: 10.12737/2409-3750-2020-6-1-27-31
  11. Es'kov V.M., Filatov M.A., Gazya G.V., Stratan N.F. Vozmozhnosti sozdaniya iskusstvennogo intellekta na baze iskusstvennykh neirosetei [Possibilities of creating artificial intelligence based on artificial neural networks] // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – 2021. – T. 2, № 3. – S. 44-52. DOI: 10.51790/2712-9942-2021-2-3-6.
  12. Eskov V.M., Galkin V.A., Pyatin V.F., Filatov M.A. Organizatsiya dvizhenii: stokhastika ili khaos? [Organization of movements: stochastic or chaos?] / G.S. Rosenberg. Samara: Publishing house LLC "Porto-print", 2020. – 144 s.
  13. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Complexity: khaos gomeostaticeskikh sistem [Complexity: Chaos of Homeostatic Systems] / G.S. Rosenberg. Samara: Publishing house of LLC "Porto-print", 2017. – 388 s.
  14. Eskov V.M., Galkin V.A., Filatova O.E. Konets opredelennosti: khaos gomeostaticeskikh sistem [The End of Certainty: Chaos of Homeostatic Systems] / Khadartseva A.A., Rosenberg G.S. Tula: publishing house Tula printing production association, 2017. – 596 s.
  15. Es'kov V.M., Pyatin V.F., Bashkatova Yu.V. Meditsinskaya i biologicheskaya kibernetika: perspektivy razvitiya [Medical and biological cybernetics: development prospects] // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – T. 1, № 1. – S. 64-72. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-1-8
  16. Zaslavskii B.G., Filatov M.A., Es'kov V.V., Manina E.A. Problema nestatsionarnosti v fizike i biofizike [Non-stationary states in physics and biophysics] // Uspekhi kibernetiki [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – T. 1, № 2. – S. 61-67. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-2-7
  17. Pyatin V.F., Es'kov V.V., Filatova O.E., Bashkatova Yu.V. Novye predstavleniya o gomeostaze i evolyutsii gomeostaza [New ideas about homeostasis and the evolution of homeostasis] // Arkhiv klinicheskoi i eksperimental'noi meditsiny [Archive of Clinical and Experimental Medicine]. – 2019. – T. 28, № 1. – S. 21-27.
  18. Pyatin V.F., Es'kov V.V., Miller A.V., Ermak O.A. Stokhastika i khaos v neirosetyakh mozga [Stochastics and chaos in neural networks of the brain] // Klinicheskaya meditsina i farmakologiya [Clinical Medicine and Pharmacology]. – 2018. – T. 4, № 4. – S. 14-19.

19. Filatova O.E., Bashkatova Yu.V., Mel'nikova E.G., Chempalova L.S. Parametry kardiointervalov zhenshchin Severa RF pri dozirovannykh nagruzkakh [Parameters of cardio intervals of women in the North of the Russian Federation under dosed loads] // *Klinicheskaya meditsina i farmakologiya* [Clinical Medicine and Pharmacology]. – 2019. – Т. 5, № 4. – С. 6-10.
20. Filatova O.E., Galkin V.A., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S. Novye vozmozhnosti neirokomp'yuterov v biomeditsine [New possibilities of neurocomputers in biomedicine] // *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Postnonclassic]. – 2021. – № 3. – С. 5-16. DOI: 10.12737/2306-174X-2021-5-14
21. Khadartsev A.A., Filatova O.E., Mandryka I.A., Es'kov V.V. Entropiinyi podkhod v fizike zhivyykh sistem i teorii khaosa-samoorganizatsii [The Entropy-Based Approach to Physics of Living Systems and the Chaos and Self-Organization Theory] // *Uspekhi kibernetiki* [Russian Journal of Cybernetics]. – 2020. – Т. 1, № 3. – С. 41-49. DOI: 10.51790/2712-9942-2020-1-3-5
22. Eskov V.M., Filatov M.A., Grigorenko V.V., Pavlyk A.V. New information technologies in the analysis of electroencephalograms // *Journal of Physics Conference Series*. – 2020. – Vol. 1679. – P. 032081 DOI:10.1088/1742-6596/1679/3/032081
23. Eskov V.V. Modeling of biosystems from the stand point of “complexity” by W. Weaver and “fuzziness” by L.A. Zadeh // *Journal of Physics Conference Series*. – 2021. – Vol. 1889(5). – P. 052020 DOI:10.1088/1742-6596/1889/5/052020
24. Filatova O.E., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Filatov M.A. Neural network technologies in system synthesis // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. – 2021. – Vol. 1047. – P. 012099 DOI: 10.1088/1757-899X/1047/1/012099
25. Gazya G.V., Eskov V.V., Filatov M.A. The State of the Cardiovascular System Under the Action of Industrial Electromagnetic Fields // *International journal of biology and biomedical engineering*. – 2021. – Vol. 15. – Pp. 249-253. DOI: 10.46300/91011.2021.15.30
26. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // *Complexity*. – 1997. – Vol. 3(1). – Pp. 13-19.
27. Ginzburg V.L. What problems of physics and astrophysics seem now to be especially important and interesting (thirty years later, already on the verge of XXI century)? // *Physics-Uspekhi*. – 1999. – Vol. 42. – Pp. 353-373. DOI: 10.1070/PU1999v042n04ABEH000562
28. 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
29. Grigorenko V.V., Eskov V.M., Nazina N.B., Egorov A.A. Information-analytical system of cardiographic information functional diagnostics // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2020. – Vol. 1515. – P. 052027 DOI:10.1088/1742-6596/1515/5/052027
30. Grigorenko V.V., Bashkatova Yu.V., Shakirova L.S., Egorov A.A., Nazina N.B. New information technologies in the estimation of stationary modes of the third type systems // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – 2020. – Vol. 862. – P. 052034 DOI:10.1088/1757-899X/862/5/052034
31. Hill A.V. Why biophysics? // *Science*. – 1956. – Vol. 124(3234). – Pp.1233-1237.
32. Khadartsev A.A., Eskov V.V., Pyatin V.F., Filatov M.A. The Use of Tremorography for the assessment of motor functions // *Biomedical engineering*. – 2021. – Vol. 54(6). – Pp. 388-392. DOI:10.1007/s10527-021-10046-6
33. 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

34. Penrose R. The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Mind and Laws of Physics(Oxford: Oxford University Press, 1989).
35. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature (Free Press, 1996).
36. Prigogine I.R. The philosophy of instability // Futures. – 1989. – Pp. 396-400.
37. Schrödinger E. What Is Life? Cambridge University Press, Cambridge. – 1944.
38. Weaver W. Science and Complexity. American Scientist. – 1948. – Vol. 36. – Pp. 536-544.
39. Zadeh L.A. Autobiographical Note 1. Undated two-pages type -written manuscript, written after. – 1978.