

DOI: 10.12737/2306-174X-2021-63-70

НОВЫЕ ИНВАРИАНТЫ ДЛЯ НЕУСТОЙЧИВЫХ БИОСИСТЕМВ.В. ЕСЬКОВ¹, В.А. ГАЛКИН², О.Е. ФИЛАТОВА², А.Е. КАЗАКБИЕВА¹¹*БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1, Сургут, Россия, 628400*²*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*

Аннотация. Традиционные статистические методы требуют статистической устойчивости выборок любых параметров $x_i(t)$ биосистем. Однако, еще в середине 20-го века двое ученых (один из основоположников теории информации *W. Weaver* и биомеханик *Н.А. Бернштейн*) предложили отказаться от статистики в изучении сложных биосистем. В настоящее время доказано отсутствие статистической устойчивости любых выборок $x_i(t)$ для любых биосистем, что означает завершение дальнейшего применения статистики (и теории динамических систем) в изучении неустойчивых биосистем. В этой связи возникают серьезные проблемы выбора инвариантов и в строгом, математическом описании стационарных режимов неустойчивых биосистем.

Ключевые слова: стохастика, хаос, неопределенность, эффект Еськова-Зинченко.

NEW INVARIANTS FOR INSTABILITY BIOSYSTEMSV.V. ESKOV¹, V.A. GALKIN², O.E. FILATOVA², A.E. KAZAKBIEVA¹¹*Surgut State University, Lenina pr., 1, Surgut, Russia, 628400*²*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*

Abstract. Stochastic methods are traditional for samples with stochastic stability of all biosystems parameters $x_i(t)$. But in the middle of 20-th century two scientists (*W. Weaver* created the founders of information theory and outstanding scientist on biomechanics *N.A. Bernstein*) proposed the and of stochastics for biosystems researching. Now it was proved the absent of stochastic stability of any biosystems. Now we declare the and of stochastic model for biosystems researching. So there are many problems in biomedicine. Then we needs of new invariants for biosystems description. The biosystems demonstrated stochastic instability and modern science has not any invariants for biosystems researching.

Keywords: stochastics, chaos, uncertainty, Eskov-Zinchenko effect.

Введение. В настоящее время во всей современной науке твердо укоренилось мнение, что детерминистская теория (в частности, теория динамических систем – ТДС) и стохастика могут вполне адекватно описывать состояние и поведение сложных биосистем. Однако, еще в 1947 году выдающийся биомеханик *Н.А. Бернштейн* предложил гипотезу о «повторении без повторений». В ней он пытался ввести хаос в поведении биомеханических систем [1].

Через год, один из основоположников теории информации *W. Weaver* вообще предложил отказаться от дальнейшего использования детерминистской (включая и ТДС) и стохастической науки (ДСН) в изучении систем третьего типа (СТТ), т.е.

живых систем [2]. *W. Weaver* предложил вообще вывести СТТ – живые системы за пределы ДСН и построить для их описания новую третью науку [2].

Следуя логике *Н.А. Бернштейна* и *W. Weaver* мы должны бы были доказать особые свойства СТТ и построить новые модели, понятия, теорию, которая бы выходила за рамки ДСН. Эта третья наука (по теореме *K. Godel*) должна содержать новые понятия и законы, которые бы выходили за рамки ДСН. Очевидно, что для такого построения (третьей науки) необходимо было доказать особые свойства биосистем (СТТ), которые не могут изучаться в рамках ДСН.

На рубеже 20-го и 21-го веков мы начали детальное изучение поведения вектора состояния $x=x(t)=(x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ биосистем в m -мерном фазовом пространстве состояний (ФПС). При этом были доказаны гипотезы Н.А. Бернштейна и *W. Weaver*, а сами свойства СТТ действительно уже не могут описываться в рамках ДСН [3-9].

Данное сообщение представляет аргументы этому утверждению и ставит проблему выбора новых инвариантов для изучения стационарных режимов СТТ или регистрации реальных изменений в динамике поведения СТТ [9-14].

1. Гипотезы Н.А. Бернштейна, *W. Weaver* и реальные свойства СТТ.

Отметим, что Н.А. Бернштейн доказал наличие не менее пяти разных систем регуляции движений (систем *A, B, C, D, E*). В его представлениях они могли хаотически включаться в организацию любых движений и хаотически выключаться. Какой хаос при этом мог возникать Бернштейн нам тогда не представил [1].

Более того, за эти 74 года никто даже не пытался проверить эту гипотезу. Через год *W. Weaver* усилил тезис Бернштейна [2]. Он дал общую классификацию систем, в которой биосистемы (СТТ) он вообще вынес за пределы ДСН. Он предлагал создать новую, третью науку о СТТ (*Complexity*), которая бы не использовала ТДС и все методы стохастики (включая и динамический хаос Лоренца). Это мы уже сейчас доказали на многочисленных примерах при изучении треморограмм (ТМГ), теппинграмм (ТПГ), электромиограмм (ЭМГ), электронейрограмм (ЭНГ), кардиоинтервалов (КИ), электроэнцефалограмм (ЭЭГ) и т.д. [9-18].

W. Weaver пытался противопоставить *Complexity* (СТТ) всей ДСН. Логика его рассуждений могла базироваться на следующих противоречиях. В ТДС стационарный режим любой системы оценивается из известного равенства для вектора $x(t): dx/dt=0, x_i=const$. Конечное состояние системы в виде $x(t_k)$ в ТДС может многократно повторяться, если мы

точно повторяем начальные параметры $x(t_0)$ и знаем уравнение для системы [2-5].

Этими уравнениями могут быть: дифференциальные, разностные, интегральные, интегрально-дифференциальные и другие. Но их всех объединяет одно базовое свойство: $x(t_k)$ можно повторить многократно и точно. Это означает, что прошлое системы точно определяет будущее. Действует стрела времени, о которой многократно говорил *I.R. Prigogine* [19]. Напомним, что *I.R. Prigogine* декларировал окончание детерминистского подхода в изучении биосистем, но он не отказывался от стохастики и теории динамического хаоса [19].

В целом, детерминистский подход требует строгой определенности и всегда прошлое точно определяет будущее ($x(t_k)$ можно многократно повторить). Этого, однако, нет в стохастике, где начальное состояние системы $x(t_0)$ мы должны повторять, но повторить точно $x(t_k)$ в стохастике совершенно невозможно. Особенно это касается непрерывных случайных величин (НСВ). Их $x(t_k)$ никогда не будет повторен точно и поэтому в стохастике мы работаем с выборками $x(t_k)$. В этом случае мы многократно повторяем опыты с системой и получаем облако точек в ФПС.

Однако, для систем второго типа – СВТ, в отличие от систем первого типа – СПТ (по классификации *W. Weaver*), мы не можем повторить точно и это само облако $x(t_k)$ в ФПС. В стохастике разработаны методы (и теории) по которым можно определить неизменность (стационарный режим) для выборок $x(t_k)$. В этом случае находят статистические функции распределения $f(x)$, их статистические средние $\langle x \rangle$, статистические дисперсии D_x^* , спектральные плотности сигнала (СПС), автокорреляции (АК) и т.д.

При этом $f(x)$ и их характеристики можно использовать для (приблизительно, в рамках статистической проверки гипотез, например) проверки совпадения выборок. Эти две выборки получаются (СВТ определяются уже не в точке $x(t_k)$, как в ТДС) на разных интервалах Δt_1 и Δt_2 , и они

должны совпадать (приблизительно). Для СВТ заканчиваются точные оценки и мы не имеем $dx/dt=0$, т.к. необходимо работать с выборками.

Для СВТ W. Weaver уже вводит (из-за того, что мы показали выше) первое понятие *Complexity (Disorganized Complexity – СВТ)* [2]. Здесь появляется принципиальная неопределенность. Одна точка $x(t_k)$ не может уже описывать СВТ (нужны выборки). Мы пошли дальше 20 лет назад и продолжили логику W. Weaver: если одна точка $x(t_k)$ не может описывать СВТ, то одна выборка $x(t_k)$, которая получена на интервале времени Δt_1 , не может описывать СТТ. Появляется принципиальная *Complexity* и *Uncertainty* для всех СТТ (из-за уникальности – неповторимости теперь уже самой выборки $x(t_k)$) [9-18].

Однако это утверждение для СТТ надо было доказать. И мы это сделали, как и указывал W. Weaver еще в 1948 году. Он писал: «*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*» [2].

На рубеже 20-го и 21-го веков мы доказали гипотезу Н.А. Бернштейна о «повторении без повторении» и гипотезу W. Weaver: СТТ – не объект ДСН. Фактически, тем самым мы выходим за рамки ДСН, т.к. уже все существующие модели и теории не могут описывать статистическую неустойчивость биосистемы (СТТ). Любая выборка будет эквивалентна одной точке в описании СВТ. Любая выборка $x(t)$ уникальна. Описание СТТ в рамках ДСН эквивалентно истории (мы описываем артефакты) [9-18].

Как было нами установлено, для доказательства этих двух гипотез

достаточно было проверить, что «повторение» регистрации выборок треморограмм (ТМГ), теплинграмм (ТПГ), электромиограмм (ЭМГ) любого человека на планете Земля происходит без статистических «повторений». Если зарегистрировать у любого испытуемого выборку $x_i(t)$ за Δt_1 и за следующие Δt_2 вторую выборку (ТМГ), то частота их статистического совпадения $p_{j,j+1}^* \leq 0,01$. Для ТПГ и ЭМГ эта частота чуть выше ($p_{j,j+1} \leq 0,1$).

В любом случае повторить два раза подряд выборку ТМГ, ТПГ или ЭМГ произвольно невозможно. Вероятность такого события намного меньше $\beta \geq 0,95$, которая принята в статистике. Любая выборка $x(t_k)$ будет уникальной. Для примера мы представляем табл. 1 для парного сравнения 15-ти выборок ТМГ, которые получены у одного испытуемого в его неизменном (физиологическом и физическом) состоянии.

В табл. 1 мы внесли критерии Вилкоксона $p_{i,j}$ ($i \neq j$) при сравнении i -й и j -й выборок ТМГ. В итоге, в табл. 1 мы имеем очень малое число k пар выборок, для которых $p_{i,j} \geq 0,05$. В этом случае эти i -е и j -е выборки могут иметь одну общую генеральную совокупность (они могут статистически совпадать). Здесь $k_1=3$ (см. табл. 1).

В табл. 2 мы представляем матрицу парных сравнений выборок ЭМГ одной и той же мышцы одного испытуемого (в его неизменном состоянии). Очевидно, что k_2 для ЭМГ чуть больше и это строгая закономерность: для ТМГ k_1 в 2-3 раза меньше, чем k_2 для ЭМГ (и для ТПГ тоже). Подчеркнем, что таких таблиц (матриц парных сравнений выборок) мы получили несколько сотен для разных параметров $x(t)$ функций организма человека. Везде $k_1 \leq 20\%$ и только для ЭЭГ мы имеем некоторое возрастание k ($k \leq 30\%$), но это тоже малые величины для статистики.

Напомним, что в статистике требуют совпадений выборок с вероятностью $\beta \geq 0,95$ (и выше), а у нас все наоборот. В 85% выборки статистически не совпадают, они уникальны и их невозможно изучать в рамках ДСН. Подчеркнем, что речь не идет

о детерминированном хаосе Лоренца. Именно на него надеялись четыре нобелевских лауреатов (*M. Gell-Mann* [20],

I.R. Prigogine [19], *R. Penrose* [21], В.Л. Гинзбург [22]) в своих публикациях. Однако их ожидания не оправдались.

Таблица 1

Матрица парного сравнения выборок треморограмм (ТМГ) одного и того же человека (без нагрузки, число повторов $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (критерий различий $p<0,05$, число совпадений $k_1=3$)

	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	0,51		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	0,70	1,00	0,00	0,00	0,00	

Таблица 2

Матрица парного сравнения выборок электромиограмм (ЭМГ) одного и того же человека (при слабой статической нагрузке, $F_1=50Н$), использовался критерий Вилкоксона (критерий различий $p<0,05$, число совпадений $k_2=8$)

	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	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	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		0,08	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,08		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	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	0,05	0,22	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,46	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	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	0,77	0,00	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		0,46	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,05	0,00	0,13	0,10	0,05	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	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	0,00	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	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

В.Л. Гинзбург особым образом выделил три «великие» проблемы физики, среди которых третья (она главная) проблема редукции теперь уже точно решена. В рамках статистической неустойчивости выборок любых параметров $x_i(t)$ биосистем (это получило название эффекта Еськова-Зинченко (ЭЕЗ)) мы не можем теперь использовать все модели и методы ДСН (и не только из физики) для описания и изучения сложных биосистем [9-18].

Подчеркнем, что таблиц вида табл. 1 и табл. 2 мы получили для разных параметров функций организма человека более тысячи и везде наблюдается одна закономерность: любая выборка ТМГ, ТПГ,

ЭМГ, КИ, ЭНГ, ЭЭГ является уникальной [9-18, 23-32]. На следующем интервале Δt_2 мы получаем другую выборку, которая с частотой 0,85 (и выше) не совпадает с выборкой $x_i(t)$ на предыдущем интервале Δt_1 . Выборка $x_i(t)$ уникальна. Статистику невозможно применять, т.к. она имеет исторический характер (выборка – это артефакт).

2. Проблема однородности выборок $x_i(t)$ в биокibernетике.

Уникальность выборок $x_i(t)$ проявляется не только для одного испытуемого (по отношению к его собственным выборкам $x_i(t)$). Оказалось, что у 15-ти разных испытуемых (если зарегистрировать по 5 минут КИ у каждого

из этих испытуемых) наблюдаются тоже 15 разных выборок КИ. Если построить матрицу парных сравнений выборок для 15-ти разных испытуемых, то число k пар, для которых критерий Ньюмана-Кейлса (или любой другой, известный в статистике критерий) $p_{ij} \geq 0,05$, тоже будет очень мало.

Обычно k_g (для 15-ти разных испытуемых) мало отличается от числа $k_{КИ}$ для одного испытуемого. Для примера мы представляем две матрицы парного сравнения выборок КИ. В табл. 3 мы имеем число $k_{КИ}$ (для них $p_{ij} \geq 0,05$) весьма небольшое ($k_{КИ}=10$).

Эта табл. 3 легко сравнить с табл. 4, где матрица парных сравнений выборок 15-ти разных испытуемых тоже содержит небольшое число $k_g=15$. Очевидно, что как для одного испытуемого, так и для группы из 15-ти разных испытуемых мы имеем число k выборок (которые могут иметь общую генеральную совокупность, т.е. $p_{ij} \geq 0,05$) весьма невелико. Обычно эти k_g и $k_{КИ}$ будут менее 15%, т.е. число статистически не совпадающих выборок будет больше 85%. Это очень большая величина для статистики [23-31].

Таблица 3

Матрица парного сравнения выборок кардиоинтервалов (КИ) одного и того же человека (без нагрузки, число повторов регистрации КИ $n=15$), использовался критерий Вилкоксона (критерий различий $p < 0,05$, число совпадений $k_{КИ}=10$)

	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	0,02	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	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,02	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	0,04	0,00		0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,78		0,00	0,00	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	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,25	0,04	0,67	0,73	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25		0,02	0,38	0,49	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02		0,08	0,14	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,38	0,08		0,30	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,49	0,14	0,30		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Таблица 4

Матрица парного сравнения 15-ти выборок кардиоинтервалов (КИ) группы девушек (без нагрузки), использовался критерий Ньюмана-Кейлса (критерий различий $p < 0,05$, число совпадений $k_g=15$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,00	0,57	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,0		0,62	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
3	0,0	0,62		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,0	0,38	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
5	0,5	0,00	0,00	0,00		1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	1,0	0,00	0,00	0,00	1,00		0,00	0,09	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,0	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
8	1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00		0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,0	1,00	1,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00		0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
10	0,0	0,70	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03		0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
11	1,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	1,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		1,00	1,00	0,00
13	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00		1,00	0,00
14	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00		0,00
15	0,0	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Однако теперь (для группы испытуемых) ситуация резко ухудшилась. То, что выборки КИ принадлежат разным генеральным совокупностям, говорит о потере однородности группы. Этих людей нельзя объединять в общую группу, т.к. мы

не знаем по каким причинам их выборки статистически различаются (может быть так, что они болеют разными заболеваниями, а мы их не смогли выявить). Причины могут быть разными.

Очевидно, что работать с неоднородными группами в рамках стохастики невозможно в принципе. Нельзя работать и с уникальными выборками. В итоге мы приходим к реальному доказательству гипотезы *W. Weaver*: СТТ не могут быть объектом ДСН. Стохастика завершается при изучении СТТ [23-27].

Получен прямой ответ на решение «великой проблемы» В.Л. Гинзбурга: редукция физики (и всей ДСН) на биосистемы невозможна. Статистическая неустойчивость выборок любых параметров $x_i(t)$ биосистемы закрывает возможности применения ТДС и стохастики в изучении СТТ-complexity. Именно об этом говорил *W. Weaver* [2]. Тогда возникает закономерный вопрос: как можно математически идентифицировать стационарное (неизменное) состояние СТТ от его реальных изменений?

3. Возможно ли определить инварианты для СТТ?

С биологической точки зрения вполне очевидно, что с биосистемой ничего не происходит, она находится в стационарном (неизменном биологически) состоянии. Однако все ее параметры непрерывно и хаотически изменяются, выборки демонстрируют статистический «калейдоскоп» изменений. Мы не можем работать с уникальными выборками $x_i(t)$ для одного испытуемого. Мы не можем работать с неоднородными группами. При этом любая группа испытуемых в биомедицине до настоящего времени считалась однородной. Однако до нас никто не проверял выборки $x_i(t)$ разных людей, которые биологи, медики, психологи, экологи (и т.д.) объединяли в группу, никто не делал проверки выборок $x_i(t)$ таких людей из группы (путем статистического сравнения их выборок).

Априори все считали, что их выборки $x_i(t)$ должны принадлежать одной генеральной совокупности. Но это было лишь иллюзией. Как говорил выдающийся физик 20-го века Э. Резерфорд, есть лишь одна наука – физика (остальные науки – это кашеварение). Он очень точно выразился в свете доказанного нами ЭЭЗ, т.е. отсутствия статистической устойчивости

выборок. В физике, если выборки не совпадают, то это разные системы, разные состояния одной и той же системы и т.д.

Физика – наука точная и поэтому она точно является наукой. В ней прошлое определяет будущее. Это касается и динамического хаоса Лоренца. Задание начальных параметров $x(t_0)$ и уравнение для системы точно определяет аттрактор Лоренца, в котором мы имеем свойство перемешивания. В этом случае мера инварианта и такой аттрактор будет прогнозируемым и он проверяем. Этого нельзя сказать о СТТ.

Статистический хаос СТТ не имеет прогноза, т.к. статистические функции, их числовые характеристики (статистическое среднее $\langle x \rangle$, статистическая дисперсия D_x^* , спектральная плотность сигнала (СПС), автокорреляции и т.д.) непрерывно и хаотически изменяются. Нет стремления к нулю автокорреляционной функции, константы Ляпунова непрерывно и хаотически (для каждого отрезка данных выборок $x_i(t)$) изменяются. Это базовое свойство СТТ, которое мы определили как неопределенность второго типа) [25-32].

Это другой (особый хаос ЭЭЗ) хаос и тогда возникает закономерный вопрос: можно ли как-то зарегистрировать объективно неизменность СТТ или их изменимость? Существуют ли инварианты для СТТ? Как их можно описать математически? Оказалось, что ответы на эти вопросы имеются, но они в рамках новой, третьей науки, о которой говорил *W. Weaver* 73 года назад [2].

Для получения этих новых инвариантов мы проделали многочисленные повторные измерения в нескольких отдельных группах испытуемых. Например, мы брали 15 женщин (приблизительно одинакового возраста $\langle T \rangle = 29$ лет) и многократно регистрировали (по 225 раз) выборки КИ. Каждая регистрация была 5 минут, как того требует Европейская ассоциация кардиологов. Для каждого испытуемого из этой группы было построено по 15 матриц (вида табл. 3), в которых мы находили числа k (для них $p_{ij} \geq 0,05$).

В итоге, для каждого испытуемого из такой группы мы получили выборку

значений k_k , которая содержала по 15 значений чисел k . Всего было получено 15 таких выборок чисел k (для всех 15-ти испытуемых). Имея эти 15 выборок k_k для этих 15-ти человек мы рассчитали матрицу парных сравнений этих 15-ти выборок k_k для этих 15-ти человек.

Главная задача при этом заключалась в проверке статистической устойчивости

этих 15-ти выборок k . В итоге такая матрица представлена в табл. 5, где находится число k_k . Это число показывает число пар выборок k , у которых для i -й и j -й пар выборок k мы имеем критерий Ньюмана-Кейлса $p \geq 0,05$. Оказалось, что это число k_k очень большое ($k_k \geq 95$).

Таблица 5

Матрица парных сравнений выборок чисел k для 15-ти разных испытуемых (до нагрузки), представленных критерием Ньюмана-Кейлса для каждой i -й и j -й выборок k пары сравнений (критерий различий $p < 0,05$, число совпадений $k_k = 98$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,23	1,00	1,00
2	1,00		1,00	0,74	0,00	0,16	0,04	0,01	0,08	0,02	1,00	0,30	0,00	0,23	0,00
3	1,00	1,00		1,00	0,41	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,01	1,00	0,63
4	1,00	0,74	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,51	1,00	1,00
5	1,00	0,00	0,41	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6	1,00	0,16	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
7	1,00	0,04	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
8	1,00	0,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
9	1,00	0,08	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	1,00	0,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
11	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	0,20	1,00	1,00
12	1,00	0,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00
13	0,23	0,00	0,01	0,51	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,20	1,00		1,00	1,00
14	1,00	0,23	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00
15	1,00	0,00	0,63	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

Расчет таких матриц для чисел k показал два важных вывода. Во-первых, эти 15 выборок значений k статистически (очень сильно) совпадают. По критериям статистики $\beta \geq 0,95$, а у нас в табл. 5 мы имеем $k_k = 98$ (это больше, чем 0,95), тогда мы можем сделать вывод о том, что числа k могут быть инвариантами в оценке неизменности биосистем. Вся группа этих испытуемых может считаться однородной, т.к. их выборки чисел k статистически очень сильно совпадают ($k_k \geq 0,95$). Мы предполагаем, что даже одно число k (для одной матрицы парных сравнений выборок КИ) уже может быть инвариантом, т.к. оно принадлежит статистически совпадающим выборкам k .

Одновременно мы можем сейчас говорить и об однородности этой группы, т.к. выборки чисел k статистически совпадают, все выборки имеют некоторые общие свойства по параметрам k . Однако такие проверки требуют очень больших вычислений и больших затрат времени на проведение повторяющихся многократно (у

нас по 225 раз для каждого) наблюдений (опытов).

Для чистоты нашей проверки мы дали физическую нагрузку этим 15-ти испытуемым и весь опыт повторили (но уже после 30-ти приседаний). В итоге, мы получили еще 15 выборок k до нагрузки и 15 выборок k после нагрузки, которые мы попарно сравнили. В результате построили особую матрицу (см. табл. 6) парных сравнений 15-ти выборок k до и 15 выборок k после нагрузки. В табл. 6 мы представляем итоговый результат.

Очевидно, что матрица 6 показала гораздо меньшее число пар, для которых $p_{ij} \geq 0,05$, т.е. когда они статистически совпадают. Подчеркнем, что в этой табл. 6 гораздо больше пар выборок k_{kk} , чем в табл. 5 для k_k . Здесь все 225 пар будут разными и общее число пар гораздо больше, чем в табл. 5 (там было всего 105 разных пар). Однако, процент совпадений выборок k невелик (38,6%).

Такое большое различие выборок k до и после нагрузки доказывает, что параметр k может быть инвариантом для оценки

стационарного состояния ССС (и любой СТТ, в целом) и новым, неизменным состоянием ССС одной и той же группы испытуемых. При этом любые статистические характеристики не могут

представлять состояние СТТ из-за их статистической неустойчивости (ЭЭЗ). Числа действительно дают различие между выборками (до и после нагрузки) параметров ССС (с частотой более 60%).

Таблица 6

Матрица парных сравнений выборок чисел k для 15-ти разных испытуемых (до и после нагрузки), представленных критерием Ньюмана-Кейлса для каждой i -й и j -й выборок k пары сравнений (критерий различий $p < 0,05$, число совпадений $k_{kk}=87$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		1,00	1,00	1,00	0,02	1,00	1,00	1,00	0,86	1,00	1,00	1,00	0,00	0,20	0,02
2	1,00		1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,91	0,05	0,10	0,41	0,45	0,00	0,01	0,00
3	1,00	1,00		0,40	0,00	0,96	1,00	0,28	0,01	0,02	0,12	0,13	0,00	0,00	0,00
4	1,00	1,00	0,40		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,08	1,00	1,00
5	0,02	0,00	0,00	1,00		1,00	0,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
6	1,00	1,00	0,96	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,03	1,00	1,00
7	1,00	1,00	1,00	1,00	0,02	1,00		1,00	0,78	1,00	1,00	1,00	0,00	0,18	0,01
8	1,00	0,91	0,28	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	0,12	1,00	1,00
9	0,86	0,05	0,01	1,00	1,00	1,00	0,78	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	1,00	0,10	0,02	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
11	1,00	0,41	0,12	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00	0,29	1,00	1,00
12	1,00	0,45	0,13	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		0,26	1,00	1,00
13	0,00	0,00	0,00	0,08	1,00	0,03	0,00	0,12	1,00	1,00	0,29	0,26		1,00	1,00
14	0,20	0,01	0,00	1,00	1,00	1,00	0,18	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		1,00
15	0,02	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	

Обсуждение. На рубеже 20-го и 21-го веков в биокибернетике и во всей биомедицине была доказана статистическая неустойчивость любых выборок параметров функций организма человека. Это получило название эффекта Еськова-Зинченко. Этот ЭЭЗ доказывает бесполезность дальнейшего использования статистики в изучении сложных биосистем – СТТ.

Этот ЭЭЗ доказывает гипотезу W. Weaver (СТТ – не объект ДСН) и гипотезу Н.А. Бернштейна о «повторении без повторении». Возникает острая необходимость в создании третьей (новой) науки, которая по теореме K. Gödel должна полностью выйти за пределы ДСН. Такая новая наука требует создания новых понятий, новых моделей и нового математического аппарата.

В этом процессе создания новой науки (новой математики статистически неустойчивых биосистем) одна из главных проблем связана с новой интерпретацией понятия покоя и понятия движения для вектора состояния биосистемы. Старые критерии ($dx/dt=0$ или сохранения статистической функции распределения $f(x)$, ее характеристик) уже не могут работать. Они непрерывно и хаотически изменяются от выборки к выборке. Нужны

новые инварианты и новые критерии для особых биосистем, у которых регистрируется ЭЭЗ [25-32].

Многочисленные эксперименты и наблюдения показывают, что числа k , которые получаются при расчетах матриц парных сравнений выборок параметров $x_i(t)$ биосистем, могут демонстрировать статистическую устойчивость своих выборок. При многочисленных повторных регистрациях выборок КИ у одного и того же испытуемого мы можем получать выборку самих чисел k (это число пар в матрице парных сравнений выборок, для которых $p_{ij} \geq 0,05$), которые для одного испытуемого или для одной (однородной) группы приблизительно сохраняются.

В рамках стохастики мы показали, что параметр k может характеризовать однородность выборки. Более того, при изменении физиологического состояния испытуемого могут изменяться и числа k . Это изменение числа k статистически достоверно. Параметр k может быть критерием оценки неизменности состояния биосистемы или критерием однородности группы. Традиционные статистические характеристики теперь уже не могут объективно характеризовать СТТ (они уникальны) [28-32].

Выводы. В середине 20-го века двое выдающихся ученые высказали гипотезы о неприменимости традиционной детерминистской и стохастической науки (ДСН) в описании поведения живых систем (СТТ). *W. Weaver* предложил построить новую (третью) науку о биосистемах. В этом он видел главную *Complexity* для всей современной ДСН.

На рубеже 20-го и 21-го веков (как это и планировал *W. Weaver*) мы установили отсутствие статистической устойчивости любых параметров функций организма человека. Это было доказательство ЭЗ и доказательство того, что прошлое СТТ не может определять (диагностировать) будущее состояние СТТ. Нарушается главный принцип ДСН, любая выборка $x(t)$ для СТТ будет уникальной. Это доказывают сотни матриц парных сравнений выборок $x_i(t)$ от одного испытуемого, которые были построены нами для многих параметров различных функций организма человека.

С группой разных испытуемых все гораздо сложнее, т.к. выборки разных испытуемых из одной (якобы однородной) группы не могут принадлежать к общей генеральной совокупности. Любая выборка $x_i(t)$ в биомедицине уникальна и группа не может быть однородной. Потеря устойчивости и однородности выборок означает завершение применения ДСН в будущем. Нужны новые инварианты и новая наука, новая математика для описания биосистем.

Один из возможных новых инвариантов для СТТ – это использование чисел k – число пар выборок в матрицах парных сравнений выборок от одного испытуемого. Эти числа k сохраняют устойчивость, что мы и показываем в настоящем сообщении. Очевидно, что для СТТ необходимо строить новую математику, в которой будут другие понятия стационарности $x(t)$ или реальных изменений параметров вектора состояния биосистемы $x(t)$.

Литература

1. Bernstein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. 1967. 196 p.
2. Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. 1948. Vol. 36. Pp. 536-544.
3. Eskov V.M., Kulaev S.V., Popov Yu.M., Filatova O.E. Computer technologies in stability measurements on stationary states in dynamic biological systems // Measurement techniques. 2006. Vol. 49(1). Pp. 59-65. DOI: 10.1007/S11018-006-0063-2
4. Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // Measurement techniques. 2011. Vol. 53 (12). Pp. 1404-1410. DOI: 10.1007/S11018-011-9673-4
5. Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Vokhmina Y.V., Zimin M.I., Filatov M.A. Measurement of chaotic dynamics for two types of tapping as voluntary movements // Measurement techniques. 2014. Vol. 57(6). Pp. 720-724. DOI: 10.1007/S11018-014-0525-X
6. Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vokhmina Y.V. Phenomenon of statistical instability of the third type systems – complexity // Technical physics. 2017. Vol. 62(11). Pp. 1611-1616. DOI: 10.1134/S106378421711007X
7. Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A., Gavrilenko T.V. Stochastic volatility in the dynamics of complex homeostatic systems // Doklady Mathematics. 2017. Vol. 95(1). Pp. 92-94. DOI: 10.1134/S1064562417010240
8. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental Verification of the Bernstein Effect “Repetition without Repetition” // Bulletin of experimental biology and medicine. 2017. Vol. 163(1). DOI: 10.1007/S10517-017-3723-0
9. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina J.V., Gavrilenko T.V. The evolution of the chaotic dynamics of collective modes as a method for the behavioral description of living systems // Moscow university

- physics bulletin. 2016. Vol. 71(2). Pp. 143-154.
DOI: 10.3103/S0027134916020053
10. Eskov V.M., Eskov V.V., Braginskii M.Ya., Pashnin A.S. Determination of the degree of synergism of the human cardiorespiratory system under conditions of physical effort // Measurement techniques. 2011. Vol. 54(7). Pp. 832-837. DOI: 10.1007/S11018-011-9812-Y
 11. Eskov V.M., Papshev V.A., Eskov V.V., Zharkov D.A. Measuring biomechanical parameters of human extremity tremor // Measurement techniques. 2003. Vol. 46 (1). Pp. 93-99. DOI: 10.1023/A:1023482026679
 12. Eskov V.M. Models of hierarchical respiratory neuron networks // Neurocomputing. 1996. Vol. 11(2-4). Pp. 203-226. DOI: 10.1016/0925-2312(95)00048-8
 13. Es'kov V.M., Filatova O.E., Ivashenko V.P. Computer identification of compartmental neuron circuits // Measurement techniques. 1994. Vol. 37(8). Pp. 967-971. DOI: 10.1007/BF00977157
 14. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V. and Eskov V.M. Experimental Study of Statistical Stability of Cardiointerval Samples // Bulletin of experimental biology and medicine. 2017. Vol. 164 (2). Pp. 115-117. DOI: 10.1007/S10517-017-3937-1
 15. Vokhmina Y.V., Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Filatova O.E. Measuring order parameters based on neural network technologies // Measurement techniques. 2015. Vol. 58(4). Pp. 462-466. DOI: 10.1007/S11018-015-0735-X
 16. 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. Pp. 052027 doi:10.1088/1742-6596/1515/5/052027
 17. Eskov V.V., Filatova D.Y., Ilyashenko L.K., Vochmina Y.V. Classification of uncertainties in modeling of complex biological systems // Moscow university physics bulletin. 2019. Vol. 74(1). Pp. 57-63. DOI: 10.3103/S0027134919010089
 18. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K., Eskov V.V., Minenko I.A. Experimental analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads // Bulletin of experimental biology and medicine. 2018. 165(4). Pp. 415-418. DOI: 10.1007/s10517-018-4183-x
 19. Prigogine I.R. The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature. Free Press, 1996.
 20. Gell-Mann M. Fundamental Sources of Unpredictability // Complexity. 1997. Vol. 3. №1. P. 13-19.
 21. Penrose R. The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Mind and Laws of Physics. Oxford: Oxford University Press, 1989.
 22. 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
 23. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Ilyashenko L.K., Kitanina K.Yu. Examination of statistical instability of electroencephalograms // Bulletin of experimental biology and medicine. 2019. Vol. 168(7). Pp. 5-9. DOI: 10.1007/s10517-019-04633-7
 24. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.M., Ilyashenko L.K. New effect in physiology of human nervous muscle system // Bulletin of experimental biology and medicine. 2019. Vol. 167(4). Pp. 419-423. DOI:10.1007/s10517-019-04540-x
 25. 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 1047 (2021) 012099 doi:10.1088/1757-899X/1047/1/012099
 26. Grigorenko N.B., Nazina V.V., 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

- 1889 (2021) 032003 IOP Publishing
 27. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Filatov M.A., Pyashenko L.K. Parameter evaluation of cardiovascular system in schoolchildren under the conditions of latitudinal displacement // Human ecology. 2018. Vol. 4. Pp. 30-35.
 28. Filatov M.A., Pyashenko L.K., Kolosova A.I., Makeeva S.V. Stochastic and chaotic analysis of students' attention parameters of different ecological zones // Human Ecology. 2019. Vol. 7. Pp. 11-16.
 29. Khadartseva K.A., Filatov M.A., Melnikova E.G. The problem of homogenous sampling of cardiovascular system parameters among migrants in the Russian North // Human Ecology. 2020. Vol. 7. Pp. 27-31.
 30. Eskov V.M., Gudkov A.B., Filatov M.A., Eskov V.V. Principles of homeostatic regulation of functions in human ecology // Human Ecology. 2019. Vol. 10. Pp. 41-49.
 31. Filatova O.E., Pyatin V.F., Filatov M.A., Shakirova L.S. Effect of low temperature on cardiointervals during physical training in men // Human Ecology. 2021. Vol. 1. Pp. 17-21.
 32. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Makeeva S.V. Psychophysiological parameters of students before and after translatititude travels // Human Ecology. 2019. Vol. 4. P. 18-24.

doi:10.1088/1742-6596/1889/3/032003

References

- Bernstein N.A. The coordination and regulation of movements // Oxford, New York, Pergamon Press. 1967. 196 p.
- Weaver W. Science and Complexity // American Scientist. 1948. Vol. 36. Pp. 536-544.
- Eskov V.M., Kulaev S.V., Popov Yu.M., Filatova O.E. Computer technologies in stability measurements on stationary states in dynamic biological systems // Measurement techniques. 2006. Vol. 49(1). Pp. 59-65. DOI: 10.1007/S11018-006-0063-2
- Eskov V.M., Eskov V.V., Filatova O.E. Characteristic features of measurements and modeling for biosystems in phase spaces of states // Measurement techniques. 2011. Vol. 53 (12). Pp. 1404-1410. DOI: 10.1007/S11018-011-9673-4
- Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Vokhmina Y.V., Zimin M.I., Filatov M.A. Measurement of chaotic dynamics for two types of tapping as voluntary movements // Measurement techniques. 2014. Vol. 57(6). Pp. 720-724. DOI: 10.1007/S11018-014-0525-X
- Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vokhmina Y.V. Phenomenon of statistical instability of the third type systems – complexity // Technical physics. 2017. Vol. 62(11). Pp. 1611-1616. DOI: 10.1134/S106378421711007X
- Betelin V.B., Eskov V.M., Galkin V.A., Gavrilenko T.V. Stochastic

- volatility in the dynamics of complex homeostatic systems // *Doklady Mathematics*. 2017. Vol. 95(1). Pp. 92-94. DOI: 10.1134/S1064562417010240
8. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental Verification of the Bernstein Effect “Repetition without Repetition” // *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2017. Vol. 163(1). DOI: 10.1007/S10517-017-3723-0
 9. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina J.V., Gavrilenko T.V. The evolution of the chaotic dynamics of collective modes as a method for the behavioral description of living systems // *Moscow university physics bulletin*. 2016. Vol. 71(2). Pp. 143-154. DOI: 10.3103/S0027134916020053
 10. Eskov V.M., Eskov V.V., Braginskii M.Ya., Pashnin A.S. Determination of the degree of synergism of the human cardiorespiratory system under conditions of physical effort // *Measurement techniques*. 2011. Vol. 54(7). Pp. 832-837. DOI: 10.1007/S11018-011-9812-Y
 11. Eskov V.M., Papshev V.A., Eskov V.V., Zharkov D.A. Measuring biomechanical parameters of human extremity tremor // *Measurement techniques*. 2003. Vol. 46 (1). Pp. 93-99. DOI: 10.1023/A:1023482026679
 12. Eskov V.M. Models of hierarchical respiratory neuron networks // *Neurocomputing*. 1996. Vol. 11(2-4). Pp. 203-226. DOI: 10.1016/0925-2312(95)00048-8
 13. Es'kov V.M., Filatova O.E., Ivashenko V.P. Computer identification of compartmental neuron circuits // *Measurement techniques*. 1994. Vol. 37(8). Pp. 967-971. DOI: 10.1007/BF00977157
 14. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V. and Eskov V.M. Experimental Study of Statistical Stability of Cardiointerval Samples // *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2017. Vol. 164 (2). Pp. 115-117. DOI: 10.1007/S10517-017-3937-1
 15. Vokhmina Y.V., Eskov V.M., Gavrilenko T.V., Filatova O.E. Measuring order parameters based on neural network technologies // *Measurement techniques*. 2015. Vol. 58(4). Pp. 462-466. DOI: 10.1007/S11018-015-0735-X
 16. 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. Pp. 052027 doi:10.1088/1742-6596/1515/5/052027
 17. Eskov V.V., Filatova D.Y., Ilyashenko L.K., Vochmina Y.V. Classification of uncertainties in modeling of complex biological systems // *Moscow university physics bulletin*. 2019. Vol. 74(1). Pp. 57-63. DOI: 10.3103/S0027134919010089
 18. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Ilyashenko L.K., Eskov V.V., Minenko I.A. Experimental analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads // *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2018. 165(4). Pp. 415-418. DOI: 10.1007/s10517-018-4183-x
 19. Prigogine I.R. *The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature*. Free Press, 1996.
 20. Gell-Mann M. *Fundamental Sources of Unpredictability // Complexity*. 1997. Vol. 3. №1. P. 13-19.
 21. Penrose R. *The Emperor's New Mind: Concerning Computers, Mind and Laws of Physics*. Oxford: Oxford University Press, 1989.
 22. 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-Uspexhi*. 1999. Vol. 42. Pp. 353-373. DOI: 10.1070/PU1999v042n04ABEH000562
 23. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V., Ilyashenko L.K., Kitanina K.Yu. Examination of statistical instability of electroencephalograms // *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2019. Vol. 168(7). Pp. 5-9. DOI: 10.1007/s10517-019-04633-7
 24. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.M., Ilyashenko L.K. New effect in

- physiology of human nervous muscle system // *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2019. Vol. 167(4). Pp. 419-423. DOI:10.1007/s10517-019-04540-x
25. 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* 1047 (2021) 012099 doi:10.1088/1757-899X/1047/1/012099
26. Grigorenko N.B., Nazina V.V., 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* 1889 (2021) 032003 IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/1889/3/032003
27. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Parameter evaluation of cardiovascular system in schoolchildren under the conditions of latitudinal displacement // *Human ecology*. 2018. Vol. 4. Pp. 30-35.
28. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Kolosova A.I., Makeeva S.V. Stochastic and chaotic analysis of students' attention parameters of different ecological zones // *Human Ecology*. 2019. Vol. 7. Pp. 11-16.
29. Khadartseva K.A., Filatov M.A., Melnikova E.G. The problem of homogenous sampling of cardiovascular system parameters among migrants in the Russian North // *Human Ecology*. 2020. Vol. 7. Pp. 27-31.
30. Eskov V.M. Gudkov A.B., Filatov M.A. Eskov V.V. Principles of homeostatic regulation of functions in human ecology // *Human Ecology*. 2019. Vol. 10. Pp. 41-49.
31. Filatova O.E., Pyatin V.F., Filatov M.A., Shakirova L.S. Effect of low temperature on cardiointervals during physical training in men // *Human Ecology*. 2021. Vol. 1. Pp. 17-21.
32. Filatov M.A., Ilyashenko L.K., Makeeva S.V. Psychophysiological parameters of students before and after translatititude travels // *Human Ecology*. 2019. Vol. 4. P. 18-24.