

III. МАТЕМАТИКА В ОПИСАНИИ ХАОСА И СИНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

10.12737/article_5cb82aca839245.25389473

НЕСТАБИЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ: ПРОБЛЕМА ОДНОРОДНОСТИ ГРУПП

С.А. ПРОХОРОВ¹, О.А. ГУМАРОВА², О.А. МОНАСТЫРЕЦКАЯ²,
Д.Ю. ХВОСТОВ³, И.А. АФАНЕВИЧ²

¹ФГАОУ ВО «Самарский государственный аэрокосмический университет им. акад. С.П. Королева» (НИУ), Московское шоссе, 34, Самара, Россия, 443086

²БУ ВО ХМАО-Югры «Сургутский государственный университет», ул. Ленина, 1,
Сургут, Россия, 628400, e-mail: gorbunov.dv@mail.ru

³ООО «Промтехкомплект», ул. Береговая, 10, Самара, Россия, 443052

Аннотация. В 1989 году I.R. Prigogine впервые обратил внимание на проблему изучения (а точнее – не изучения) неустойчивых систем. На эту публикацию не обратили внимание, хотя нобелевский лауреат всю свою теорию (термодинамика неравновесных систем) посвятил именно неустойчивым системам. В рамках новой теории хаоса-самоорганизации мы раскрываем статистическую неустойчивость выборок, полученных как от отдельного испытуемого (в неизменном гомеостазе), так и для группы разных испытуемых. Возникает новая проблема потери однородности в группе, состоящей из неустойчивых элементов. Предлагаются новые критерии оценки однородности групп, которые выходят за пределы современной детерминистской и стохастической науки. Это требует новых понятий и новых подходов в биомедицине. Эти новые подходы основаны на понятиях квазиаттракторов и неопределенностях 1-го и 2-го типов в новой теории хаоса-самоорганизации. В рамках этого нового подхода обсуждаются эффективность и новых критериев оценки однородности группы, что отсутствует сейчас в традиционной детерминистской стохастической науке. Для таких гомеостатических систем нет и динамического хаоса Лоренца.

Ключевые слова: неустойчивые системы, термодинамика неравновесных систем, однородность.

UNSTABLE SYSTEMS: THE PROBLEM OF HOMOGENEITY OF GROUPS

S.A. PROKHOROV¹, O.A. GUMAROVA², O.A. MONASTYRETSKAYA², D.YU.
KHOVOSTOV³, I.A. AFANEVICH²

¹Samara National Research University. Acad. S.P. Koroleva (NRU), Moscow highway, 34,
Samara, Russia, 443086

²Surgut state University, Lenin pr., 1, Surgut, Russia, 628400, e-mail: gorbunov.dv@mail.ru

³LLC Promtekhkomplekt, Beregovaya str., Samara, Russia, 443052

Abstract. In 1989, I.R. Prigogine first drew attention to the problem of studying (or rather, not studying) unstable systems. This publication was not paid attention to, although the Nobel laureate devoted all of his theory (thermodynamics of non-equilibrium systems) to unstable systems. In the framework of the new theory of chaos-self-organization, we reveal the statistical instability of samples obtained both from an individual test subject (in unchanged homeostasis) and for a group of different test subjects. There is a new problem of loss of homogeneity in the group consisting of unstable elements. New criteria for assessing the homogeneity of groups that are beyond the limits of modern deterministic and stochastic science are proposed. This requires new concepts and new approaches in biomedicine. These new approaches are based on the concepts of quasi-attractors and the uncertainties of the 1st and 2nd types in the new theory of chaos-self-organization. Within the framework of this new approach, the effectiveness and new criteria for evaluating group homogeneity are discussed, which is not currently the case in traditional deterministic stochastic science. For such homeostatic systems there is no dynamic Lorentz chaos.

Key words: unstable systems, thermodynamics of nonequilibrium systems, homogeneity.

Введение. Прошло уже почти 30 лет с момента выхода публикации *I.R. Prigogine «Philosophy of instability»*, где гений 20-го века пытался обратить внимание всех ученых на проблему изучения нестабильных систем. Напомним, что *термодинамика неравновесных систем* (ТНС), которую построил *I.R. Prigogine* в 20-м веке, посвящена именно нестабильным системам. Однако, перед термодинамикой в классической физике (как общей науке о природных системах) находится статика и кинематика, которые для неравновесных систем на сегодня не построены (как теории). Кроме механики (биомеханики) и ТНС в физике существуют еще разделы: электродинамика и квантовая механика (физика излучений и частиц). Эти науки сейчас для физики живых систем вообще не представлены, хотя последние работы М.Б. Менского [15] посвящены именно этой тематике («Сознание и квантовая механика», 2011 г.).

Учитывая эти проблемы в физике живых систем, мы сейчас попытаемся представить некоторые элементы механики (биомеханики) и элементы электродинамики вместе с аналогом квантовой механики (в виде принципа неопределенности Гейзенберга). Подчеркнем, что мы сейчас пытаемся построить именно физику живых систем, которая бы имела определенную аналогию (по конструкции) с физикой для систем неживой природы. В традиционной общей физике существуют особые разделы: механика, электродинамика и физика излучений и частиц (которая включает атомную физику и квантовую механику). Именно эти схемы (в виде элементов) мы сейчас и представим в физике живых систем [1-6,13,18,21, 23].

1. Аналог механики – биомеханика. Главная особенность биомеханики была определена в 1947 г. Н.А. Бернштейном, который выдвинул гипотезу о «повторении без повторений» [25-30]. В рамках этой гипотезы любые движения (в биомеханике) имеют исторический (ретроспективный) характер. Иными словами, мы реально определяем

положение конечности (у нас пальца при регистрации *треморграмм* (ТМГ) или *теппинграмм* (ТПГ)), но эта регистрация (как точки в виде $x(t_k)$ или траектории движения $x(t)$) не имеет никакого информационного значения для исследователя (это имеет исторический характер). Последнее подтверждается тем, что мы, повторяя движения пальцем (произвольно), не можем попасть в точку $x(t_k)$ или повторить точно траекторию $x(t)$. Декларировав это в 1947г. сам Н.А. Бернштейн не проверял до какой степени эта «невозможность» распространяется [22, 24, 26, 28-33] на все виды движения (он не определил и понятие «повторений»).

Иными словами, биомеханик Н.А. Бернштейн даже не догадывался, что конечное состояние системы $x(t_k)$ и траектория $x(t)$ не только точно не повторяются, но и в рамках стохастики это точно повторить невозможно [28-33,35-37]. Если мы получим выборки $x(t_k)$ или выборки траекторий движения конечности $x(t)$ в пространстве и попробуем повторить регистрацию этих процессов (например, $n=15$ раз) у одного и того же испытуемого (в неизменном гомеостазе), то оказывается, что сделать это статистически невозможно в принципе. Это относится не только к *нервно-мышечной системе* (НМС), но и к главной *функциональной системе* (ФСО) – *сердечно-сосудистой системе* (ССС) [7,12,15-20,26,34,36].

В табл. 1 мы представляем характерный пример регистрации 15 раз ТМГ у одного и того же испытуемого (в неизменном гомеостазе) и их (этих 15-ти выборок ТМГ) попарное сравнение. Оказалось, что из 105 разных пар сравнения таких выборок ТМГ мы можем получить только $k<5\%$ - число пар ТМГ, которые (эти две) можно отнести к одной генеральной совокупности.

Подчеркнем, что в табл. 1 это число невелико ($k_I=4$), но главное, что все эти 4-е пары имеют свои (разные) генеральные совокупности. Каждая пара выборок ТМГ имеет свою генеральную совокупность и это означает, что мы не имеем дело с однородными выборками ТМГ. Все 15

полученных выборок ТМГ статистически не совпадают (в целом) [21-27,31-33,35].

Получение подряд двух одинаковых выборок ТМГ имеет вероятность $p \leq 0,01$ ($f_i(x_i) = f_{j+1}(x_i)$ с $p \leq 0,01$). Но получить уже 3 подряд одинаковые (статистически) выборки – задача практически невозможная

($p_2 \leq 10^{-5}$ и менее). В биомеханике всегда мы имеем дело с неповторяемыми, невоспроизводимыми процессами. Все непрерывно и хаотически изменяется и это означает, что классическая механика для биомеханики уже не применима.

Таблица 1

Матрица парного сравнения ТМГ испытуемого М.О.А. (без нагрузки, число повторов N=15), использовался критерий Вилкоксона (значимость $p < 0,05$, число совпадений $k_I = 4$)

	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	0,10	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	0,30	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	0,00	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	0,80
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,10	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
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	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	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Оперировать в описании биомеханических систем терминами «точка» или «траектория движения» бессмысленно. Нужны другие понятия и другие законы для описания статики и кинематики биосистем – гомеостатических систем [6,9-11,13-26]. В этом случае мы уже используем понятие фазовой траектории и квазиаттракторов [1-10], которые в неизменном гомеостазе испытуемого статистически сохраняются [11-18].

Действительно, всегда можно для координаты $x_1 = x_i(t)$ ввести 2-ю фазовую координату $x_2 = dx_1/dt$ (скорость изменения $x_1(t)$) или 3-ю координату $x_3 = dx_2/dt$ (ускорение) и в таких двумерных (или трехмерных) *фазовых пространствах состояний* (ФПС) можно построить траектории движения биомеханического объекта. Очевидно, что движение конечности ограничено (при треморе или теппинге), т.е. фазовые траектории будут двигаться внутри некоторого объема ФПС.

Этот ограниченный объем ФПС мы называем *квазиаттрактором* (КА). Внутри этого КА мы наблюдаем хаотический калейдоскоп статистических функций распределения $f(x_i)$, что представлено в табл. 1 [22-30] для гомеостатической системы (ГС).

Существенно, что такие двумерные (или трехмерные, для вектора $x(t) = (x_1, x_2, x_3)^T$) ФПС реально представляют статику и кинематику *ГС-complexity*. Статика будет представлена относительной (статистической) неизменностью параметров квазиаттракторов. В этом случае в таком ФПС выборки ТМГ статистически будут существенно различаться (см. табл. 1), но параметры КА (их площадь и координаты центра КА) будут различаться несущественно. Подчеркнем, что эффект статистической неустойчивости выборок ТМГ для одного испытуемого (в неизменном гомеостазе), названный как *эффект Еськова-Зинченко* (ЭЕЗ), распространяется и на группы

различных испытуемых [26-33, 35-37], что ставит под сомнение однородность этих групп.

С позиций стохастики это означает, что отсутствует однородность выборок как для одного испытуемого (см. табл. 1), так и группы разных испытуемых (где $k_2 \leq 5\%$ для ТМГ любой группы испытуемых). В целом, мы в биомеханике подошли к полному окончанию применения статистики для описания любых движений человека. Невозможно произвольно два раза подряд статистически повторить выборки ТМГ. Невозможно движения описывать статистическими функциями $f(x)$, их спектральными плотностями сигнала (СПС), автокорреляциями $A(t)$ и другими характеристиками $x(t)$. Поэтому мы и используем понятие КА [6-11] для описания биомеханических систем и других ФСО [12,13,15-21].

Поскольку любая ФСО – это гомеостатическая система (ГС), то она сейчас нами представлена как непрерывное и хаотическое движение вектора $x(t)$ в ФПС (но в пределах некоторых КА). Тогда возникает вопрос о кинематике ГС. Что является движением $x(t)$ в ФПС, если обычное движение (в виде $dx/dt \neq 0$ непрерывно для ТМГ) является статикой (если параметры КА существенно не изменяются). В основу кинематики ГС нами было положено понятие движения КА в ФПС. Если центр нового КА₂ вышел за пределы исходного КА₁, то мы говорим о

существенных (эволюционных) изменениях параметров ГС. В реальности бывает так, что КА не движется, но существенно изменяется объем (или площадь) КА [7-10,21,26,30-38].

Если S -площадь КА (или его объем V) увеличился в два раза (или уменьшился в 2 раза), то это тоже нами интерпретируется как существенное изменение ГС – как кинематика ГС. Эти же критерии мы представляем и к однородности выборок x_i для ГС. Группа будет однородной, если площадь любого (одного, j -го) КА не превышает двукратно S для любого k -го КА _{k} . Иными словами мы требуем выполнения неравенств для любых j -х КА _{j} по отношению к любому k -му КА _{k} в виде $2 > V_j/V_k > 0,5$. Фактически для всех V_j и V_k ($j \neq k$) мы составляем таблицу парных соотношений объемов (или площадей, для двумерного ФПС), которая подобна табл.1, но в ней уже содержатся результаты V_j/V_k .

Для примера этого тезиса мы представляем хаос ЭЭГ в виде табл. 2, где дано попарное сравнение ЭЭГ одного и того же человека в неизменном состоянии (в неизменном гомеостазе), с одной и той же точки отведения ЭЭГ. Наблюдаются небольшие значения k – числа пар выборок ЭЭГ, которые (эти две) можно отнести к одной генеральной совокупности. Подчеркнем, что $k_2=25$ и обычно для ЭЭГ $k_2 \leq 30\%$, т.е. доля стохастики тоже мала, но она больше, чем мы имеем k_3 , на периферии [1-6,24-33].

Таблица 2

Матрица парного сравнения выборок ЭЭГ одного и того же здорового человека (число повторов $N=15$) в период релаксации в отведении Fz-Ref, использовался p критерий Вилкоксона (критическое $p \leq 0,05$, число совпадений $k_2=25$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0.00	0.03	0.29	0.65	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.71	0.19	0.64	0.00	0.00
2	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.03	0.00		0.15	0.19	0.11	0.00	0.00	0.00	0.02	0.79	0.00	0.88	0.00	0.00
4	0.29	0.00	0.15		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.07	0.48	0.00	0.00
5	0.65	0.00	0.19	0.00		0.65	0.00	0.00	0.00	0.10	0.31	0.00	0.38	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.11	0.00	0.65		0.00	0.02	0.00	0.22	0.34	0.00	0.68	0.00	0.00
7	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00		0.82	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.02	0.00	0.10	0.22	0.00	0.01	0.00		0.00	0.00	0.07	0.00	0.00
11	0.71	0.00	0.79	0.40	0.31	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.78	0.00	0.00
12	0.19	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
13	0.64	0.00	0.88	0.48	0.38	0.68	0.00	0.00	0.00	0.07	0.78	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	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	0.00

В табл. 3 мы представляем результаты попарного сравнения ЭМГ, которые были получены от одного испытуемого при напряжении мышцы *adductor digiti mini* (сила сжатия в кисти $F_I=50Н$). Производилось 15 повторений регистрации ЭМГ при $F_I=50Н$ и эти выборки попарно сравнивались в виде матрицы (табл. 3).

Очевидно, что $k_3=8<10\%$, это меньше (более чем в 2 раза), чем мы имеем в табл. 2 для ЭЭГ. Напомним, что для ТМГ мы имеем $k_I \leq 5\%$ (см. табл. 1). Электродинамика ЭЭГ и ЭМГ показывают большую роль стохастики при сравнении с биомеханикой.

Таблица 3

Матрица парного сравнения выборок ЭМГ испытуемого Г.О.А. ($F_I=50Н$, число повторов $N=15$, правая рука), использовался критерий Вилкоксона (значимость $p<0,05$, число совпадений $k_3=8$)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,31	0,00
3	0,51	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	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	0,05	0,00	0,00	0,00		0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
7	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,79		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	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	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,09	0,00
11	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
12	0,69	0,00	0,70	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	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,09	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 целом, мы наблюдаем устойчивое (двукратное и более) усиление хаоса и падение доли стохастики при переходе от НСМ к периферии (в виде ЭМГ) и это все заканчивается ключевым выражением хаоса в работе мозга и мышц – движением конечности в виде ТМГ. Каждый уровень организации снижает долю стохастики и наращивает долю хаоса. Очевидно, что это общий закон нарастания хаоса при переходе от НСМ к периферийным органам. При этом законы поведения динамики биопотенциалов имеют все-таки хаотический характер [1,4,9,27,37].

Хаос и реверберации демонстрируются и в табл. 2 и в табл. 3, но это мы сейчас ввели в работу искусственной нейросети (*нейроэмулятора* – НЭВМ). Мы делаем работу НЭВМ похожей (подобной) работе реальной НСМ и это нам обеспечивает идентификацию параметров порядка (главнейших диагностических признаков

x_j^* . При этом понижается размерность ФПС, т.к. мы в итоге остаемся с параметрами порядка x_j^* , где $j=1,2,\dots,n$, при $n<m$.

Таким образом, в рамках ТХС мы не просто разрешаем неопределенность 1-го типа, но мы решаем задачу системного синтеза – находим параметры порядка (x_j^*). Такое решение – это уже моделирование эвристической деятельности мозга, когда при недостатке знаний мы находим главные диагностические признаки. Все это кардинально расширяет наши возможности по созданию физики живых систем, показывает новые практические возможности ТХС [24-33].

Теперь мы имеем не только аналог статики и кинематики (биомеханику), не только аналог электродинамики ГС или аналог квантовой механики, но мы создаем модели эвристической деятельности мозга.

Все это расширяет наши возможности изучения живых систем, феномена жизни.

Выводы

1. До настоящего времени (за последние 100-150 лет) все ученые мира были уверены в возможностях функционального анализа и стохастики в описании живых систем. Однако, все это оказалось большим заблуждением. Особый хаос и непрерывная самоорганизация ГС, систем третьего типа (по *W. Weaver* (1948 г.)) требуют создания особой физики живых систем, которая отлична от механики, электродинамики и квантовой механики в физике неживых систем.

2. Живые (гомеостатические) системы демонстрируют особую биомеханику, электродинамику и особые (два типа) неопределенности (1-го и 2-го типов). Все это требует создания другой физики живых систем, которую мы сейчас определяем, как ТХС. Эта ТХС базируется на понятиях квазиаттракторов, на пяти принципах организации ГС и на особых неопределенностях 1-го и 2-го типов.

Литература

1. Гавриленко Т.В., Горбунов Д.В., Чертищев А.А., Булатов И.Б. Оценка параметров электромиограмм с позиции термодинамики неравновесных систем И. Р. Пригожина // Вестник кибернетики. – 2017. – Т. 26, № 2. – С. 109-114.

2. Денисова Л.А., Прохоров С.А., Шакирова Л.С., Филатова Д.Ю. Хаос параметров сердечно-сосудистой системы школьников в условиях широтных перемещений // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 1. – С. 133-142.

3. Еськов В.В. Эволюция систем третьего типа в фазовом пространстве состояний // Вестник кибернетики. – 2017. – Т. 27, № 3. – С. 53-58.

4. Еськов В.В. Возможности термодинамического подхода в электромиографии // Вестник кибернетики. – 2017. – Т. 28, № 4. – С. 109-115.

5. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Ключ Л.Г., Миллер А.В. Гомеостатичность нейросетей

мозга // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 1. – С. 102-113.

6. Еськов В.В. Проблема статистической неустойчивости в биомеханике и в биофизике в целом // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 2. – С. 166-175.

7. Еськов В.В., Пятин В.Ф., Еськов В.М., Григорьева С.В. Особенности регуляции сердечно-сосудистой системы организма человека нейросетями мозга // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 2. – С. 188-199.

8. Еськов В.В., Еськов В.М., Вохмина Ю.В. Гипотеза Н. А. Бернштейна и статистическая неустойчивость выборок параметров треморограмм // Вестник кибернетики. – 2018. – Т. 29, № 1. – С. 33-38.

9. Еськов В.В., Белощенко Д.В., Баженова А.Е., Живаева Н.В. Влияние локального холодового воздействия на параметры электромиограмм у женщин // Экология человека. – 2018. – № 9. – С. 42-47.

10. Еськов В.М., Зинченко Ю.П., Филатова О.Е. Естествознание: от стохастики к хаосу и самоорганизации // Вестник кибернетики. – 2017. – Т. 25, № 1. – С. 121-127.

11. Еськов В.М., Вохмина Ю.В., Горбунов С.В., Шейдер А.Д. Кинематика гомеостатических систем // Вестник кибернетики. – 2017. – Т. 26, № 2. – С. 87-93.

12. Еськов В.М., Белощенко Д.В., Башкатова Ю.В., Иляшенко Л.К. Параметры кардиоинтервалов испытуемых в условиях гипотермии // Экология человека. – 2018. – № 10. – С. 39-45.

13. Пятин В.Ф., Еськов В.В., Алиев Н.Ш., Воробьева Л.А. Хаос параметров гомеостаза функциональных систем организма человека // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 1. – С. 143-153.

14. Менекий М. Б. Сознание и квантовая механика: Жизнь в параллельных мирах (Чудеса сознания - из квантовой реальности). – Фрязина, 2011. - 320 с.

15. Мирошниченко И.В., Прохоров С.В., Эльман К.А., Срыбник М.А. Сравнительный анализ хаотической динамики показателей сердечно-сосудистой системы пришлого детско-юношеского населения Югры // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 1. – С. 154-160.
16. Мирошниченко И.В., Башкатова Ю.В., Филатова Д.Ю., Ураева Я.И. Эффект Еськова-Филатовой в регуляции сердечно-сосудистой системы – переход к персонифицированной медицине // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 2. – С. 200-208.
17. Прохоров С.В., Якунин В.Е., Белощенко Д.В., Башкатова Ю.В. Неопределенность параметров кардиоинтервалов испытуемого в условиях физической нагрузки // Вестник новых медицинских технологий. – 2018. – Т. 25, № 2. – С. 176-187.
18. Филатова О.Е., Майстренко Е.В., Болтаев А.В., Газя Г.В. Влияние промышленных электромагнитных полей на динамику сердечно-сосудистых систем работниц нефтегазового комплекса // Экология и промышленность России. – 2017. – Т. 21, № 7. – С. 46-51.
19. Филатова Д.Ю., Башкатова Ю.В., Филатов М.А., Иляшенко Л.К. Анализ параметров деятельности сердечно-сосудистой системы у школьников в условиях широтных перемещений // Экология человека. – 2018. – № 4. – С. 30-35.
20. Хадарцев А.А., Еськов В.М., Филатова О.Е., Хадарцева К.А. Пять принципов функционирования сложных систем, систем третьего типа // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2015. – № 1. – С. 1-2.
21. Eskov V.V., Filatova O.E., Gavrilenko T.V. and Gorbunov D.V. Chaotic Dynamics of Neuromuscular System Parameters and the Problems of the Evolution of Complexity // Biophysics. – 2017. – Vol. 62, No. 6. – Pp. 961-966.
22. Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vochmina Yu.V. Static Instability Phenomenon in Type-Three Secretion Systems: Complexity // Technical Physics. – 2017. – Vol. 62, No. 11. – Pp. 1611-1616.
23. Es'kov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition // Neurophysiology. – 1993. – Vol. 25, No. 6. – Pp. 348-353.
24. Eskov V.M. Models of hierarchical respiratory neuron networks // Neurocomputing. – 1996. – Vol. 11, No. 2-4. – Pp. 203-226.
25. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V. and Gavrilenko T.V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos–Self-Organization // Biophysics. – 2017. – Vol. 62, No. 5. – Pp. 809-820.
26. Eskov V.M., Gudkov A.B., Bazhenova A.E., Kozupitsa G.S. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North // Human Ecology [In Russian]. – 2017. – No. 3. – Pp. 38-42.
27. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Ilyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // Moscow University Physics Bulletin. – 2017. – Vol. 72, No. 3. – Pp. 309-317.
28. Eskov, V.M., Zinchenko, Y.P., Filatov, M.A., Ilyashenko, L.K. Glansdorff-prigogine theorem in the description of tremor chaotic dynamics in cold stress // Human Ecology [In Russian]. – 2017. – No. 5. – Pp. 27-32.
29. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol. 21, No. 1. – Pp. 14-23.
30. Filatova D.U., Veraksa A.N., Berestin D.K., Streltsova T.V. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // Human Ecology [In Russian]. – 2017. – No. 8. – Pp. 15-20.
31. Filatova O.E., Eskov V.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // Russian Journal of Biomechanics. – 2017. – Vol. 21, No. 3. – Pp. 224-232.

32. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Grigorieva S.V. Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect // *Biophysics*. – 2018. – Vol. 63, No. 2. – Pp. 262-267.

33. Ilyashenko L.K., Bazhenova A.E., Berestin D.K., Grigorieva S.V. Chaotic dynamics parameters of the tremograms at the stress exposure // *Russian Journal of Biomechanics*. – 2018. – Vol. 22, No. 1. – Pp. 62-71.

34. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., Pab W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // *Integrative medicine international*. – 2017. – Vol. 4. – Pp. 57-65.

35. Leonov B.I., Grigorenko V.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., and Ilyashenko L.K. Automation of the Diagnosis of Age-Related Changes in Parameters of the Cardiovascular System // *Biomedical Engineering*. – 2018. – Vol. 52, No. 3. – Pp. 210-214.

36. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein // *Bulletin of experimental biology and medicine*. – 2017. – Vol. 1. – Pp. 4-8.

37. 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, No. 2. – Pp. 115-117.

38. 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. – Vol. 165, No. 4. – Pp. 415-418.

References

1. Gavrilenko T.V., Gorbunov D.V., Chertishchev A.A., Bulatov I.B. Ocenka parametrov ehlektromiogram s pozicii termodinamiki neravnovesnyh sistem I. R. Prigozhina [electromyogram parameter estimation in terms of I.R. Prigogine non-equilibrium system thermodynamics] //

Vestnik kibernetiki [Proceedings of cybernetics]. – 2017. – T. 26, № 2. – S. 109-114.

2. Denisova L.A., Prohorov S.A., Shakirova L.S., Filatova D.Yu. Haos parametrov serdechno-sosudistoy sistemy shkol'nikov v usloviyah shirotnyh peremeshcheniy [Chaos of parameters of the cardiovascular system of schoolchildren in the conditions of latitudinal movements] // *Vestnik novykh medicinskih tekhnologiy* [Journal of new medical technologies]. – 2018. – T. 25, № 1. – S. 133-142.

3. Es'kov V.V. Ehvolyciya sistem tret'ego tipa v fazovom prostranstve sostoyaniy [Evolution of the third type systems in phase space state] // *Vestnik kibernetiki* [Proceedings of cybernetics]. – 2017. – T. 27, № 3. – S. 53-58.

4. Es'kov V.V. Vozmozhnosti termodinamicheskogo podhoda v ehlektromiografii [Possibilities of thermodynamic approach in electromyography] // *Vestnik kibernetiki* [Proceedings of cybernetics]. – 2017. – T. 28, № 4. – S. 109-115.

5. Es'kov V.V., Pyatin V.F., Klyus L.G., Miller A.V. Gomeostatichnost' neyrosetey mozga [Brain neural networks homeostatism] // *Vestnik novykh medicinskih tekhnologiy* [Journal of new medical technologies]. – 2018. – T. 25, № 1. – S. 102-113.

6. Es'kov V.V. Problema statisticheskoy neustoychivosti v biomekhanike i v biofizike v celom [The problem of statistical instability in biomechanics and in biophysics in general] // *Vestnik novykh medicinskih tekhnologiy* [Journal of new medical technologies]. – 2018. – T. 25, № 2. – S. 166-175.

7. Es'kov V.V., Pyatin V.F., Es'kov V.M., Grigor'eva S.V. Osobennosti regulyacii serdechno-sosudistoy sistemy organizma cheloveka neyrosetyami mozga [Features of the regulation of the cardiovascular system of the human body by brain neural networks] // *Vestnik novykh medicinskih tekhnologiy* [Journal of new medical technologies]. – 2018. – T. 25, № 2. – S. 188-199.

8. Es'kov V.V., Es'kov V.M., Vohmina Yu.V. Gipoteza N. A. Bernshteyna i statisticheskaya neustoychivost' vyborok

parametrov tremorogramm [N. A. Bernstein hypothesis and statistical samplings instability of tremorogram's parameters] // Vestnik kibernetiki [Proceedings of cybernetics]. – 2018. – Т. 29, № 1. – С. 33-38.

9. Es'kov V.V., Beloshchenko D.V., Bazhenova A.E., ZHivaeva N.V. Vliyanie lokal'nogo holodovogo vozdeystviya na parametry ehlektromiogramm u zhenshchin [Effect of local cold exposure on electromyogram parameters in women] // Ehkologiya cheloveka [Human ecology]. – 2018. – № 9. – С. 42-47.

10. Es'kov V.M., Zinchenko YU.P., Filatova O.E. Estestvoznaniye: ot stohastiki k haosu i samoorganizatsii [Natural science: from stochastics to chaos and self-organization] // Vestnik kibernetiki [Proceedings of cybernetics]. – 2017. – Т. 25, № 1. – С. 121-127.

11. Es'kov V.M., Vohmina YU.V., Gorbunov S.V., SHeyder A.D. Kinematika gomeostaticeskikh sistem [Homeostatic system kinematics] // Vestnik kibernetiki [Proceedings of cybernetics]. – 2017. – Т. 26, № 2. – С. 87-93.

12. Es'kov V.M., Beloshchenko D.V., Bashkatova YU.V., Ilyashenko L.K. Parametry kardiointervalov ispytuemykh v usloviyakh gipotermii [Parameters of cardiointervals of subjects under hypothermia conditions] // Ehkologiya cheloveka [Human ecology]. – 2018. – № 10. – С. 39-45.

13. Pyatin V.F., Es'kov V.V., Aliev N.SH., Vorob'eva L.A. Haos parametrov gomeostaza funktsional'nykh sistem organizma cheloveka [Chaos parameters homeostasis functional systems of the human body] // Vestnik novykh medicinskih tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25, № 1. – С. 143-153.

14. Menekiy M. B. Soznanie i kvantovaya mekhanika: ZHizn' v parallel'nykh mirakh (Chudesna soznaniya - iz kvantovoy real'nosti). – Fryazina, 2011. – 320 s.

15. Miroshnichenko I.V., Prohorov S.V., El'man K.A., Srybnik M.A. Sravnitel'nyy analiz haoticheskoy dinamiki pokazately serdechno-sosudistoy sistemy prishlogo detsko-yunosheskogo naseleniya Yugry [Comparative analysis of the chaotic dynamics

of indicators of the cardiovascular system of the alien youth of Ugra] // Vestnik novykh medicinskih tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25, № 1. – С. 154-160.

16. Miroshnichenko I.V., Bashkatova Yu.V., Filatova D.Yu., Uraeva YA.I. Effekt Es'kova-Filatovoy v regulyatsii serdechno-sosudistoy sistemy – perekhod k personalizirovannoy medicine [Eskov-Filatova effect in the regulation of the cardiovascular system - the transition to personalized medicine] // Vestnik novykh medicinskih tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25, № 2. – С. 200-208.

17. Prohorov S.V., Yakunin V.E., Beloshchenko D.V., Bashkatova Yu.V. Neopredelennost' parametrov kardiointervalov ispytuemogo v usloviyakh fizicheskoy nagruzki [Uncertainty of the parameters of the cardiointervals of the subject under physical conditions] // Vestnik novykh medicinskih tekhnologiy [Journal of new medical technologies]. – 2018. – Т. 25, № 2. – С. 176-187.

18. Filatova O.E., Maystrenko E.V., Boltaev A.V., Gazya G.V. Vliyanie promyshlennykh ehlektromagnitnykh poley na dinamiku serdechno-sosudistyykh sistem rabotnic neftegazovogo kompleksa [The influence of industrial electromagnetic fields on the dynamics of the cardiovascular systems of female oil and gas workers] // Ehkologiya i promyshlennost' Rossii [Ecology and Industry of Russia]. – 2017. – Т. 21, № 7. – С. 46-51.

19. Filatova D.Yu., Bashkatova Yu.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Analiz parametrov deyatelnosti serdechno-sosudistoy sistemy u shkol'nikov v usloviyakh shirotnykh peremeshcheniy [Analysis of the parameters of the cardiovascular system in schoolchildren in conditions of latitudinal movements] // Ehkologiya cheloveka [Human ecology]. – 2018. – № 4. – С. 30-35.

20. Hadarcev A.A., Es'kov V.M., Filatova O.E., Hadarceva K.A. Pyat' principov funkcionirovaniya slozhnykh sistem, sistem tret'ego tipa [Five principles of functioning of complex systems, systems of the third type] // Vestnik novykh medicinskih tekhnologiy.

Ehlektronnoe izdanie [Journal of new medical technologies. Electronic edition]. – 2015. – № 1. – S. 1-2.

21. Eskov V.V., Filatova O.E., Gavrilenko T.V. and Gorbunov D.V. Chaotic Dynamics of Neuromuscular System Parameters and the Problems of the Evolution of Complexity // *Biophysics*. – 2017. – Vol. 62, No. 6. – Pp. 961-966.

22. Eskov V.V., Gavrilenko T.V., Eskov V.M., Vochmina Yu.V. Static Instability Phenomenon in Type-Three Secretion Systems: Complexity // *Technical Physics*. – 2017. – Vol. 62, No. 11. – Pp. 1611-1616.

23. Es'kov V.M., Filatova O.E. Respiratory rhythm generation in rats: the importance of inhibition // *Neurophysiology*. – 1993. – Vol. 25, No. 6. – Pp. 348-353.

24. Eskov V.M. Models of hierarchical respiratory neuron networks // *Neurocomputing*. – 1996. – Vol. 11, No. 2-4. – Pp. 203-226.

25. Eskov V.M., Filatova O.E., Eskov V.V. and Gavrilenko T.V. The Evolution of the Idea of Homeostasis: Determinism, Stochastics and Chaos–Self-Organization // *Biophysics*. – 2017. – Vol. 62, No. 5. – Pp. 809-820.

26. Eskov V.M., Gudkov A.B., Bazhenova A.E., Kozupitsa G.S. The tremor parameters of female with different physical training in the Russian North // *Human Ecology [In Russian]*. – 2017. – No. 3. – Pp. 38-42.

27. Eskov V.M., Eskov V.V., Vochmina Y.V., Gorbunov D.V., Ilyashenko L.K. Shannon entropy in the research on stationary regimes and the evolution of complexity // *Moscow University Physics Bulletin*. – 2017. – Vol. 72, No. 3. – Pp. 309-317.

28. Eskov, V.M., Zinchenko, Y.P., Filatov, M.A., Ilyashenko, L.K. Glansdorff-prigogine theorem in the description of tremor chaotic dynamics in cold stress // *Human Ecology [In Russian]*. – 2017. – No. 5. – Pp. 27-32.

29. Eskov V.M., Bazhenova A.E., Vochmina U.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person // *Russian Journal of Biomechanics*. – 2017. – Vol. 21, No. 1. – Pp. 14-23.

30. Filatova D.U., Veraksa A.N., Berestin D.K., Streltsova T.V. Stochastic and chaotic assessment of human's neuromuscular system in conditions of cold exposure // *Human Ecology [In Russian]*. – 2017. – No. 8. – Pp. 15-20.

31. Filatova O.E., Eskov V.V., Filatov M.A., Ilyashenko L.K. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // *Russian Journal of Biomechanics*. – 2017. – Vol 21, No. 3. – Pp. 224-232.

32. Filatova O.E., Bazhenova A.E., Ilyashenko L.K., Grigorieva S.V. Estimation of the Parameters for Tremograms According to the Eskov–Zinchenko Effect // *Biophysics*. – 2018. – Vol. 63, No. 2. – Pp. 262-267.

33. Ilyashenko L.K., Bazhenova A.E., Berestin D.K., Grigorieva S.V. Chaotic dynamics parameters of the tremograms at the stress exposure // *Russian Journal of Biomechanics*. – 2018. – Vol. 22, No. 1. – Pp. 62-71.

34. Khadartsev A.A., Nesmeyanov A.A., Eskov V.M., Filatov M.A., Pab W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // *Integrative medicine international*. – 2017. – Vol. 4. – Pp. 57-65.

35. Leonov B.I., Grigorenko V.V., Eskov V.M., Khadartsev A.A., and Ilyashenko L.K. Automation of the Diagnosis of Age-Related Changes in Parameters of the Cardiovascular System // *Biomedical Engineering*. – 2018. – Vol. 52, No. 3. – Pp. 210-214.

36. Zilov V.G., Eskov V.M., Khadartsev A.A., Eskov V.V. Experimental confirmation of the effect of "Repetition without repetition" N.A. Bernstein // *Bulletin of experimental biology and medicine*. – 2017. – Vol. 1. – Pp. 4-8.

37. Zilov V.G., Khadartsev A.A., Eskov V.V. and Eskov V.M. Experimental Study of Statistical Stability of Cardiovital Samples // *Bulletin of experimental biology and medicine*. – 2017. – Vol. 164, No. 2. – Pp. 115-117.

38. 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. – Vol. 165, No. 4. – Pp.
415-418.